



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

I SIMPOSIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA EN EL PROYECTO TOROMOCHO

Ing. Luis Valdivia Cárdenas

UNI, Octubre 2009



PROYECTO TOROMOCHO

El Proyecto TOROMOCHO esta ubicado en la localidad de Morococha, en el departamento de Junín, sobre la carretera central a 140 km de Lima.

Los recursos mineros se encuentran localizados en el Cerro San Francisco, denominado también Cerro Toromocho. Según la evaluación del potencial minero se tiene una reserva de 1,530 millones de toneladas de mineral con una ley promedio de 0.48% de Cobre y 0.019% de Molibdeno

Ubicación



140 km al este
de Lima

AKER KVAERNER

part of the Aker group





PROYECTO TOROMOCHO

El Proyecto Toromocho es un complejo minero metalúrgico. Se tiene operaciones mineras extractivas y de procesamiento metalúrgico del mineral extraído.



PROYECTO TOROMOCHO

Operaciones Mineras

Para la extracción de los minerales de esta mina se ha definido una explotación a tajo abierto. Esto significa que el proceso se realiza en la superficie removiendo el material, mediante voladuras, para luego recolectarlo con Palas y Camiones. Las palas serán movidas con motores eléctricos.

Previamente al transporte es necesario convertir el material a un tamaño manipulable, para lo cual se utiliza una Chancadora Primaria. Esta chancadora utiliza un motor eléctrico.

Se tiene previsto despachar 117,200 toneladas/día de mineral para su procesamiento metalúrgico. Asimismo, se ha estimado que puede aumentarse este despacho a 148,000 toneladas/día de mineral.

Para el transporte del mineral hasta la Planta Concentradora se emplea una Faja Transportadora, en la cual se deposita el mineral. Esta faja es movida por motores eléctricos.



PROYECTO TOROMOCHO

Operaciones Metalúrgicas

La planta metalúrgica permite obtener el mineral concentrado mediante un tratamiento químico; pero, previamente se debe proceder a su molienda para facilitar este proceso.

Se tiene previsto utilizar un molino SAG y dos molinos de bolas. Estos molinos son movidos directamente por tres grandes motores eléctricos.

La concentración del mineral se efectúa en celdas de flotación y espesamiento, en las cuales el material es agitado y manipulado mediante motores eléctricos.

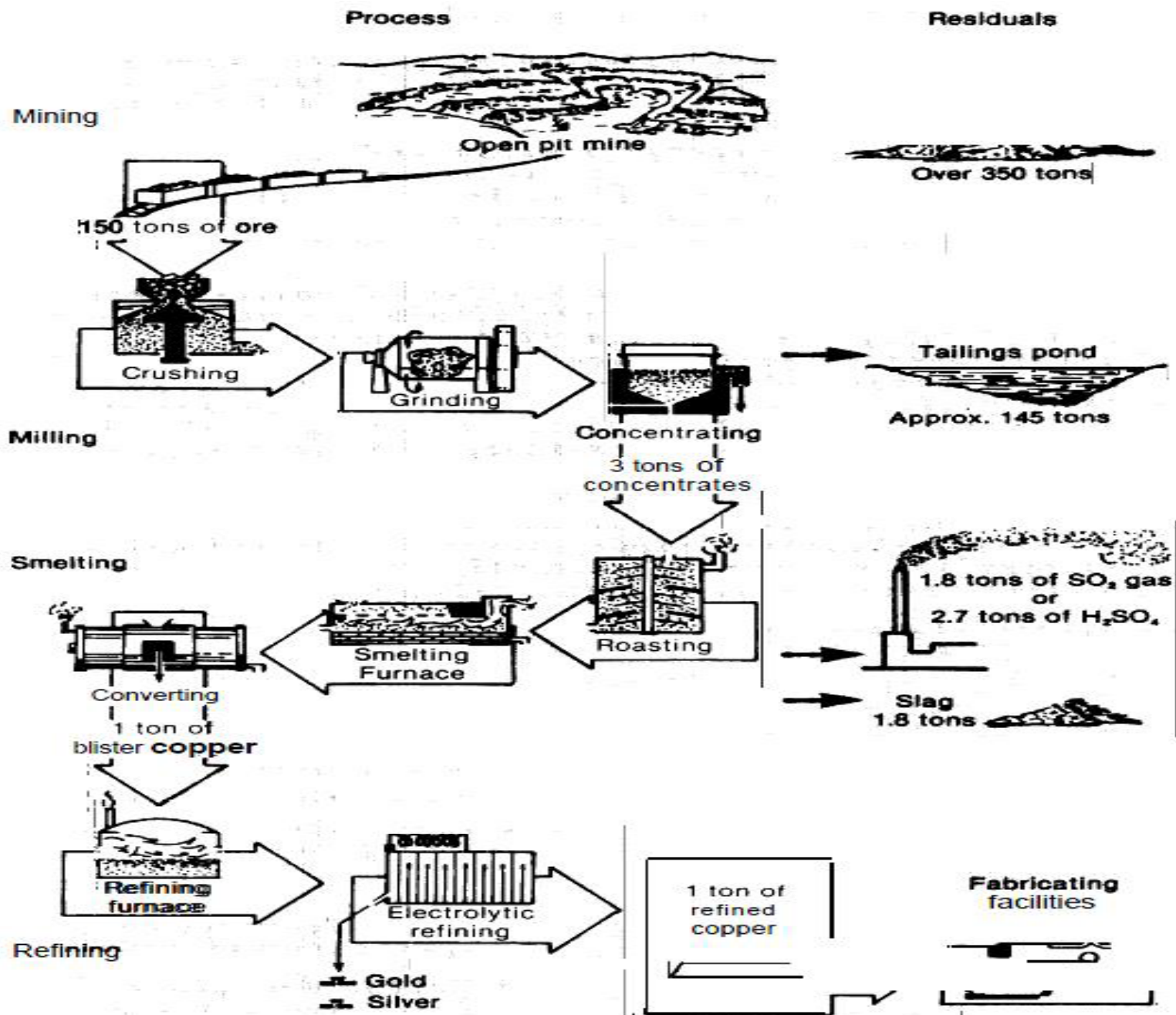
Los residuos de la concentración (relaves) son manipulados hasta su posición final mediante bombas movidas por motores eléctricos



PROYECTO TOROMOCHO

Se tiene previsto producir lo siguiente:

- 1,838 toneladas/día de concentrado de cobre
- 25.7 toneladas/día de concentrado oxido de molibdeno



NOTE: Tonnage of residuals is based on experience in the Southwestern United States assuming an ore grade of 0.6 per cent copper.

SOURCE: J F McDivitt and G Manners, *Minerals and Men* (Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press, 1974).



SUMINISTRO Y DISTRIBUCION ELECTRICA

La demanda eléctrica del Proyecto Toromocho se ha estimado en 180 MW con una expansión futura hasta 240 MW.

La carga tiene un $\cos\phi$ de 0.77 por lo que se ha previsto corregir el factor de potencia a 0.96 para atender las regulaciones tarifarias. De esta manera la carga total resulta de 250 MVA.

Se ha definido la alimentación al Proyecto Toromocho con una línea en doble terna desde la Subestación Pomacocha hasta la Subestación Toromocho 220 kV, habiéndose dimensionada cada terna para 250 MVA.



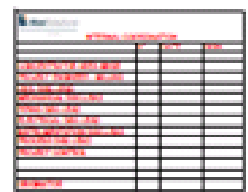
SUMINISTRO Y DISTRIBUCION ELECTRICA

Subestación Principal 220 kV

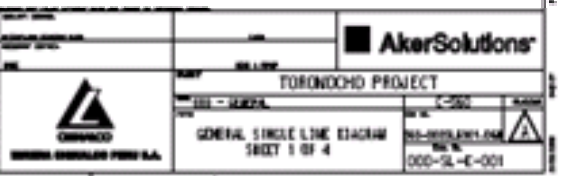
La Subestación Principal transforma la tensión de transmisión 220 kV en tensión de distribución 23 kV. Para ello se tiene previsto tres transformadores y espacio de reserva para un cuarto transformador futuro.

La potencia de cada transformador es de 75/100/110 MVA, que corresponde a los regímenes de operación ONAN/ONAF₁/OFAF₂.

Los transformadores han sido dimensionados para atender el 100% de la demanda con todas las unidades en paralelo operando en ONAN y una unidad menos operando en OFAF.




























[illegible]

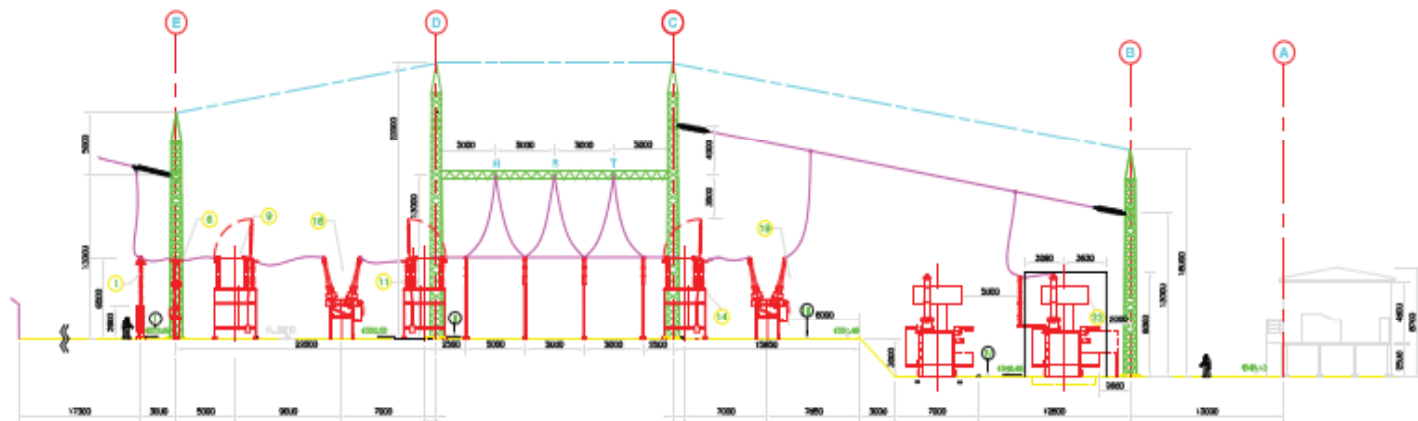
附件二 "六五"期间“三化”工作 主要成就统计	地区	单位数	完成产值
	全国	个	万元
	北京	个	万元
	天津	个	万元
	上海	个	万元
	广东	个	万元



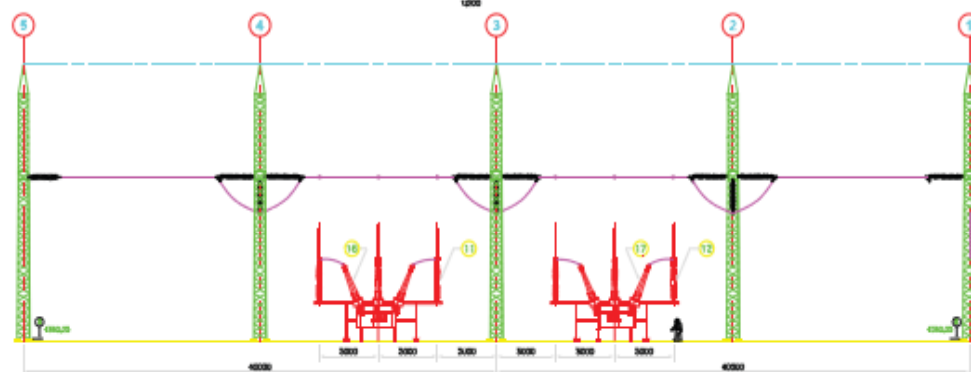


Flow: _____ **Cluster:** _____

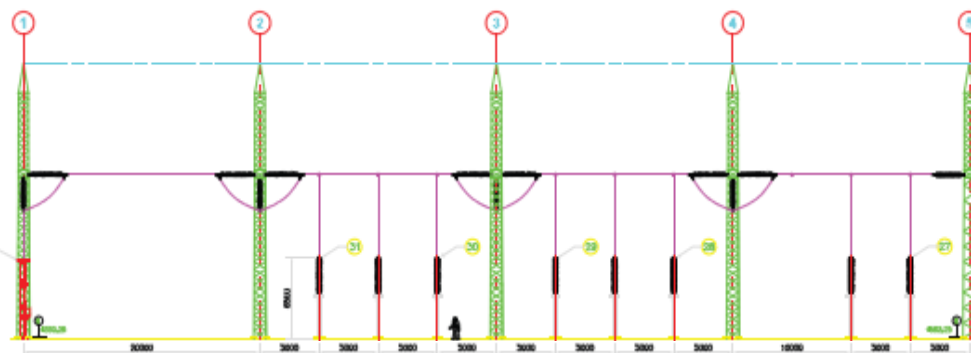
		
		
		
		
		
		
		
		
		



SECTION A-A



SECTION B - B



SECTION C - C

LEYENDA EQUIPOS 220 KV		
ITEM	TAG	DESCRIPCION
1	700-UP-001A/B/C	RECOLECTORES
2	700-UP-002A/B/C	RECOLECTORES
3	700-UP-003A/B/C	RECOLECTORES
4	700-UP-004A/B/C	RECOLECTORES
5	700-UP-005A/B/C	RECOLECTORES
6	700-TP-001A/B/C	TRANSFORMADOR DE TENSION
7	700-TP-002A/B/C	TRANSFORMADOR DE TENSION
8	700-TP-003A/B/C	TRANSFORMADOR DE TENSION
9	700-CE-001A	RECOLECTOR DE TENSIÓN CON CUELLOS DE PUESTA A TIERRA
10	700-CE-002A	RECOLECTOR DE TENSIÓN CON CUELLOS DE PUESTA A TIERRA
11	700-CE-003	RECOLECTOR DE TENSIÓN
12	700-CE-004	RECOLECTOR DE TENSIÓN
13	700-CE-005	RECOLECTOR DE TENSIÓN
14	700-CE-006	RECOLECTOR DE TENSIÓN
15	700-CE-007	RECOLECTOR DE TENSIÓN
16	700-CE-001	RECOLECTOR DE POTENCIA CON TAP, DE CORRIENTE EN LOS BARRIOS
17	700-CE-002	RECOLECTOR DE POTENCIA CON TAP, DE CORRIENTE EN LOS BARRIOS
18	700-CE-003	RECOLECTOR DE POTENCIA CON TAP, DE CORRIENTE EN LOS BARRIOS
19	700-CE-004	RECOLECTOR DE POTENCIA CON TAP, DE CORRIENTE EN LOS BARRIOS
20	700-CE-005	RECOLECTOR DE POTENCIA CON TAP, DE CORRIENTE EN LOS BARRIOS
21	700-TP-001	TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON REGULADOR AUTOMÁTICO
22	700-TP-002	TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON REGULADOR AUTOMÁTICO
23	700-TP-003	TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON REGULADOR AUTOMÁTICO
24	700-UP-001	RECOLECTOR PARA PUESTA DE TIERRA
25	700-UP-002	RECOLECTOR PARA PUESTA DE TIERRA
26	700-UP-003	RECOLECTOR PARA PUESTA DE TIERRA
27	700-A-001	ALISADOR SUPERFICIE
28	700-A-002	ALISADOR SUPERFICIE
29	700-A-003	ALISADOR SUPERFICIE
30	700-A-004	ALISADOR SUPERFICIE
31	700-A-005	ALISADOR SUPERFICIE

RELACION DE COTAS SECCION A-A		
Nº	Cota	Ubicacion
I	401.25	ESTRUCTURA DEL Tº INCLIVE 0.15 m DEPENDIENTE Y 0.15 m INDEPENDIENTE
II	402.25	ESTRUCTURA DEL Tº INCLIVE 0.15 m DEPENDIENTE Y 0.15 m INDEPENDIENTE
III	448.25	BORDE TALUD INCLIVE 0.15 m DE PEND
IV	456.25	BASE DE TRANSFORMACIONES SOBRE LOSA DE CONCRETO



For Approval Only – Please Check and Return 1 Copy

1. **Approved**
2. **Approved Except As Noted**
3. **Make Corrections and resubmit**

By: _____ Date: _____

REPERKUTASI		KUALITAS					KANTITAS				
NO. KASUS	REPERKUTASI	NO. KASUS	NO. KASUS	NO. KASUS	NO. KASUS	NO. KASUS	NO. KASUS	NO. KASUS	NO. KASUS	NO. KASUS	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	
100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000	100000000		

項目	内容	単位
基礎	基礎	1
応用	応用	1
発展	発展	1
総合	総合	1
その他	その他	1



CHICO
BIBRA CHICAGO 2000 S.A.

[illegible]



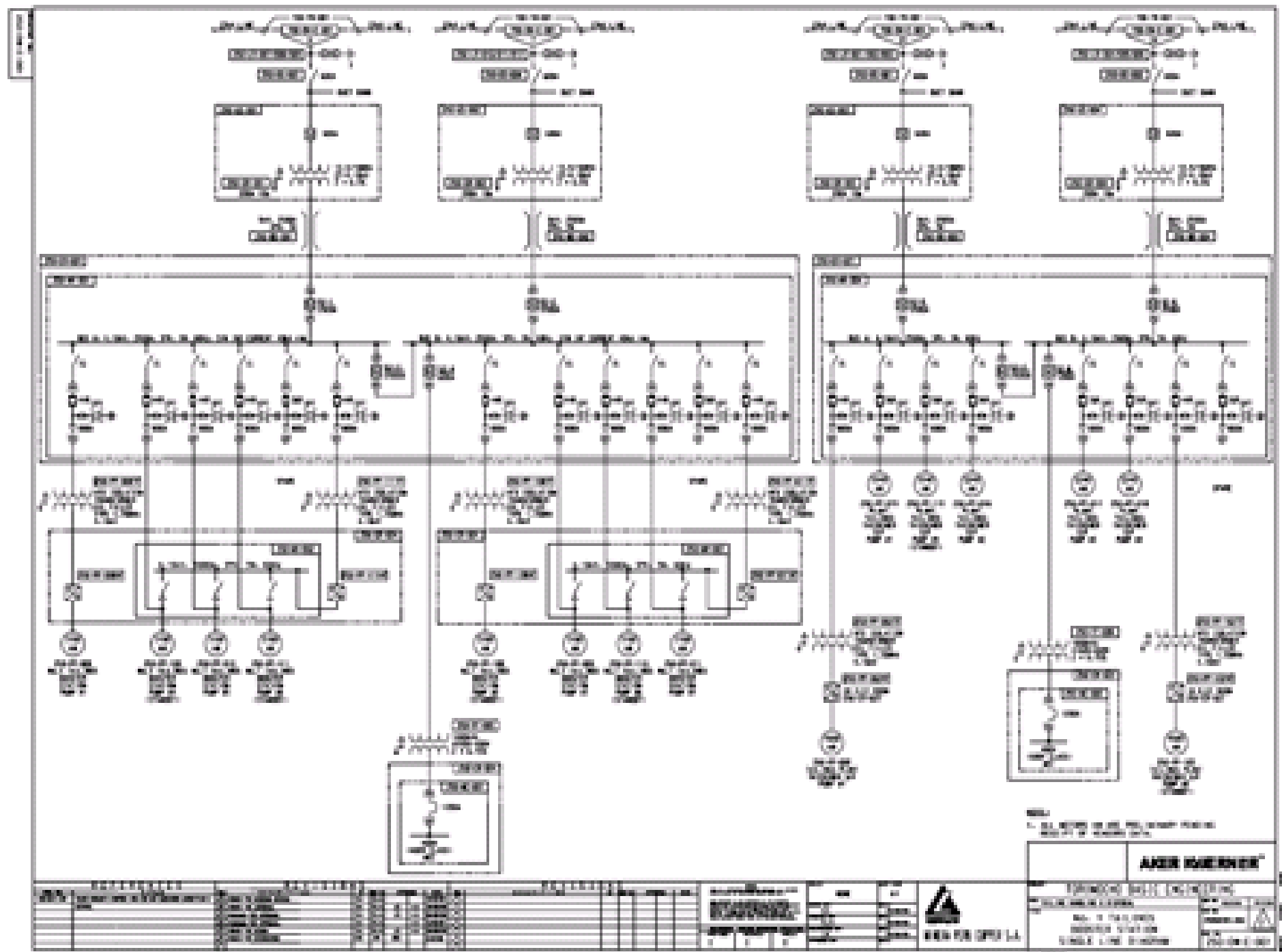
SUMINISTRO Y DISTRIBUCION ELECTRICA

Sistema de Distribución en 23 kV

Para las cargas se ha definido dos niveles de tensión que son los siguientes:

- Media tensión de 4.16 kV para alimentación de motores medianos
- Baja tensión en un sistema 400-231 V para alimentación de motores pequeños, iluminación y demás servicios.

La distribución en 23 kV se efectúa alimentando las cargas con dos circuitos que terminan en sendos transformadores de distribución. No se tiene barra a la llegada en 23 kV; pero, los transformadores se ponen en paralelo en el lado de 4.16 kV, utilizando un interruptor acoplador de barras, el cual opera normalmente abierto. Cada línea de alimentación y cada transformador están dimensionados para el 100% de la carga eléctrica.





MAQUINAS ELECTRICAS

Transformadores 220/23 kV

Tensiones Nominales

Tensión Nominal Primaria:	220 kV
Tensión Máxima de Servicio:	245 kV (Valor de normas eléctricas)
Tensión Nominal Secundaria:	23 kV
Tensión Máxima de Servicio:	25 kV (Valor de normas eléctricas)

Regulación de la Tensión en el lado primario con Conmutador de Tomas Bajo Carga de 33 posiciones de 0.625% cada toma. Esto proporciona una variación de $\pm 10\%$.



MAQUINAS ELECTRICAS

Transformadores 220/23 kV

Grupos de Conexiones Trifásicas Dyn1

Conexión delta en el lado primario permite filtrar las corrientes homopolares, así como las armónicas de tercer orden.

Conexión estrella en el lado secundario. El neutro del secundario se conecta a tierra con una Resistencia Limitadora



MAQUINAS ELECTRICAS

Transformadores 220/23 kV

Potencias

Se tiene tres regímenes de operación que corresponden a lo siguiente:

- ONAN – Aceite y aire en circulación natural. 75 MVA
- ONAF₁ - Aceite en circulación natural y aire en circulación forzada manteniendo una temperatura en el aceite de 55°C. 100 MVA
- ONAF₂ - Aceite en circulación natural y aire en circulación forzada con una temperatura en el aceite de hasta 65°C. 110 MVA

En el diseño de la maquina se debe considerar que en la altura de 4500 msnm la densidad del aire tiene menos capacidad de refrigeración que al nivel del mar.



MAQUINAS ELECTRICAS

Transformadores 220/23 kV

Niveles de Aislamiento

Los niveles básicos de aislamiento (BIL) interno son

- Lado de 220 kV: 750 kVpico
- Lado de 23 kV: 125 kVpico

Los niveles básicos de aislamiento (BIL) externo son

- Lado de 220 kV: 1175 kVpico
- Lado de 23 kV: 200 kVpico



MAQUINAS ELECTRICAS

Transformadores 220/23 kV

Capacidad de Cortocircuito

Los Transformadores están diseñados para soportar los esfuerzos dinámicos, así como para admitir térmicamente un cortocircuito trifásico, en sus bornes secundarios, durante 3 segundos. Se ha especificado una fuente en el primario de 6100 MVA que equivale a un nivel de cortocircuito de 16 kA en 220 kV.



MAQUINAS ELECTRICAS

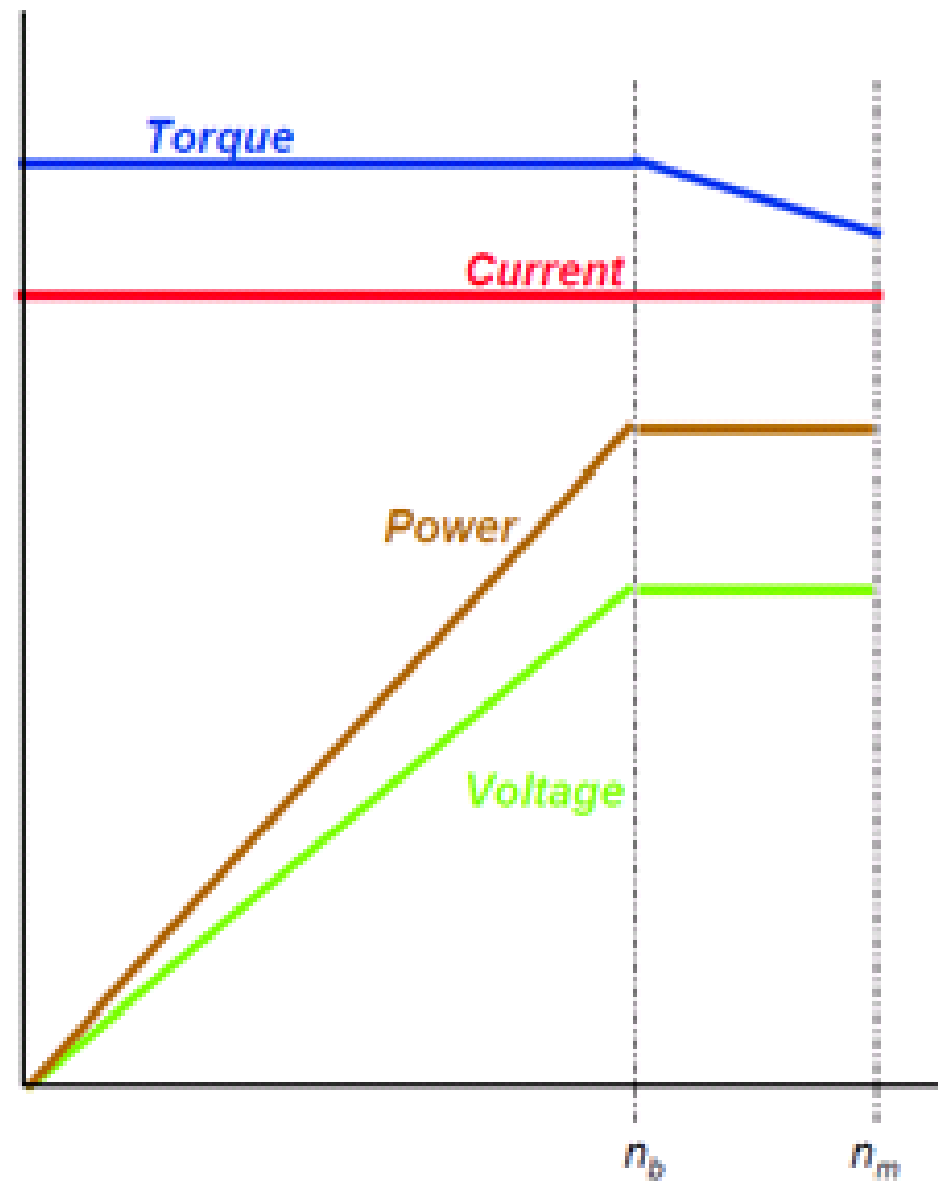
Grandes Motores para Molinos

Características de los Motores

Se alimenta al motor con tensión y frecuencia variables, manteniendo constante la relación Tensión/Frecuencia; es decir, el Flujo Magnético es constante lo mismo que la Corriente. De esta manera se obtiene un Torque Constante en todas las Velocidades.

Motor Characteristics

Gearless Mill Drive Motors





MAQUINAS ELECTRICAS

Grandes Motores para Molinos

Datos Técnicos

Ítem	Característica	Molino SAG	Molinos de bolas
1	Potencia Nominal (kW)	28,000	22,000
2	Torque (kN-m)	28,722	19,117
3	Tensión (V)	5,730	5,690
4	Corriente (A)	2,972	2,370
5	Velocidad (RPM)	9.31	10.99
6	Factor de Potencia	0.97	0.97
7	Diámetro del Motor (m)	12.192	8.534

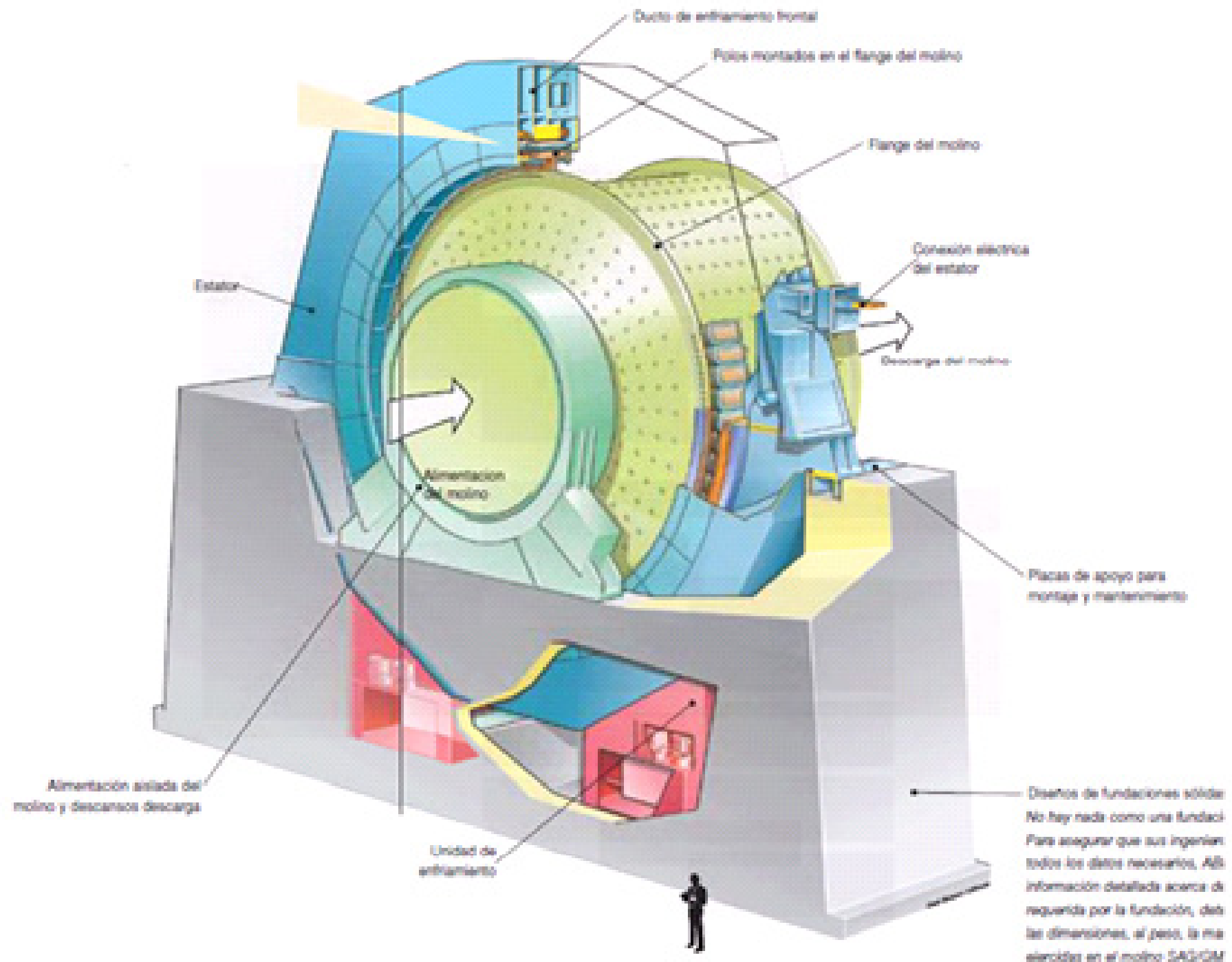


MAQUINAS ELECTRICAS

Grandes Motores para Molinos

Eficiencia

Ítem	Carga	Molino SAG	Molinos de bolas
1	100%	97.1%	96.8%
2	75%	97.2%	96.9%
3	50%	96.9%	96.5%





MAQUINAS ELECTRICAS

Motores de Baja y Media Tensión

Se ha definido la utilización de Motores de Corriente Alterna, en particular los Motores de Inducción, del tipo de Rotor Bobinado o de Rotor con Jaula de Ardilla.

Los Motores se diseñan para Baja o Media Tensión según la Potencia de los mismos. Según las normas se ha definido lo siguiente:

Item	Potencia	Nivel de Tensión
1	1 – 150 kW	400 – 231 V
2	200 – 7500 kW	4160 V



MAQUINAS ELECTRICAS

Motores de Baja y Media Tensión

Los Motores se definen para operar en forma continua bajo las siguientes condiciones:

- Con la tensión nominal con una variación de la frecuencia de $\pm 10\%$
- Con la frecuencia nominal con una variación de la tensión de $\pm 5\%$
- Con una variación combinada de tensión y frecuencia del 10% , siempre que la variación de frecuencia sea menor del 5%

Solamente se ha considerado la utilización de arranque a tensión plena con una caída de tensión máxima del 15% .



MAQUINAS ELECTRICAS

Motores de Baja y Media Tensión

Según las normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association) los motores pueden tener las siguientes características de operación.

NEMA A: Alto torque, bajo deslizamiento,
alta corriente de rotor bloqueado

NEMA B: Torque Normal, deslizamiento normal,
corriente normal de rotor bloqueado

NEMA C: Alto torque, deslizamiento normal,
corriente normal de rotor bloqueado



MAQUINAS ELECTRICAS

Motores de Baja y Media Tensión

NEMA D: Alto torque de rotor bloqueado, alto deslizamiento

Para los Motores de Rotor Bobinado, las características dependen de la Resistencia externa

Para el Proyecto Toromocho se ha seleccionado Motores tipo NEMA B.

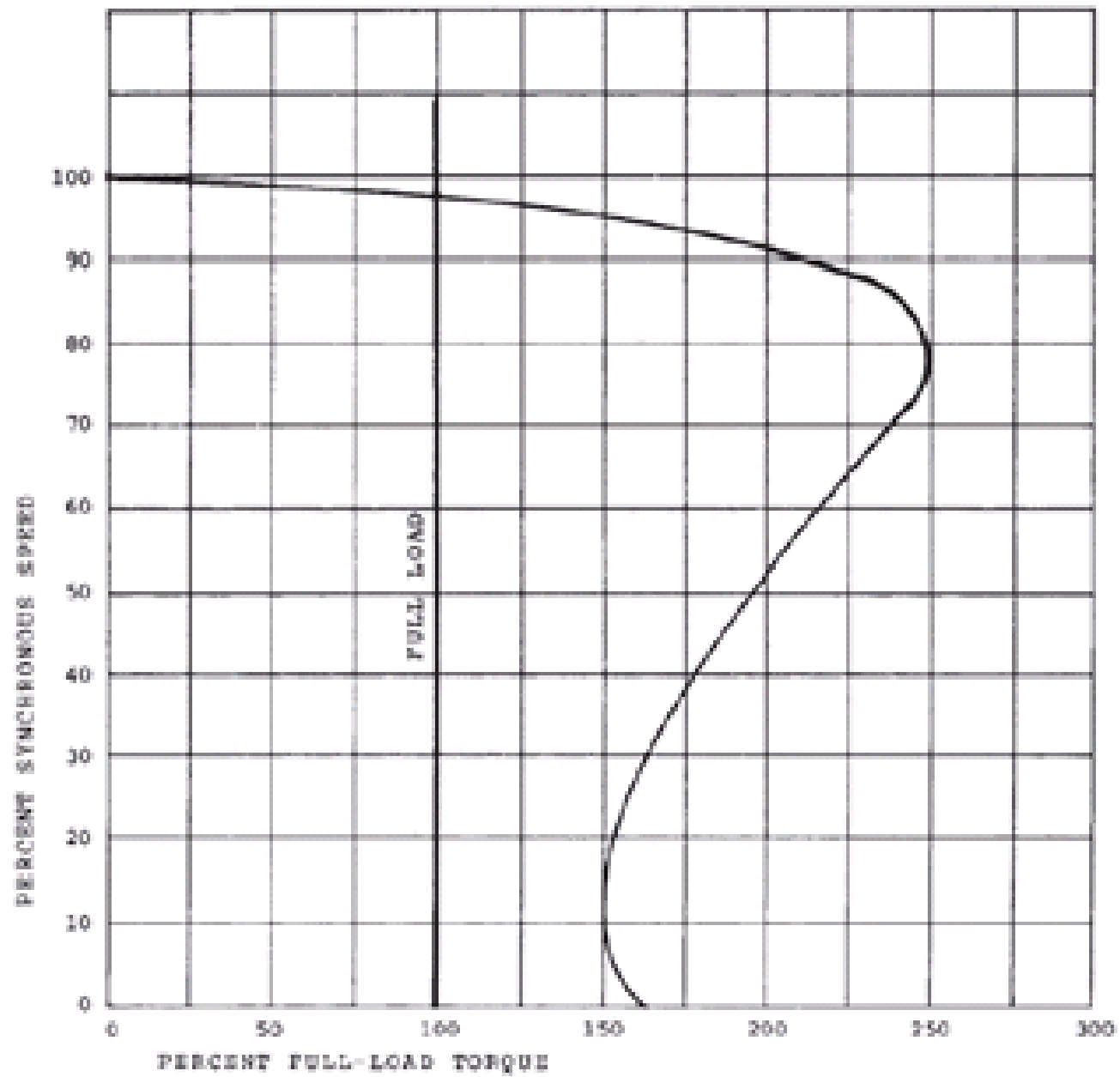


FIGURE 1.2 NEMA design B motor speed-torque curve.

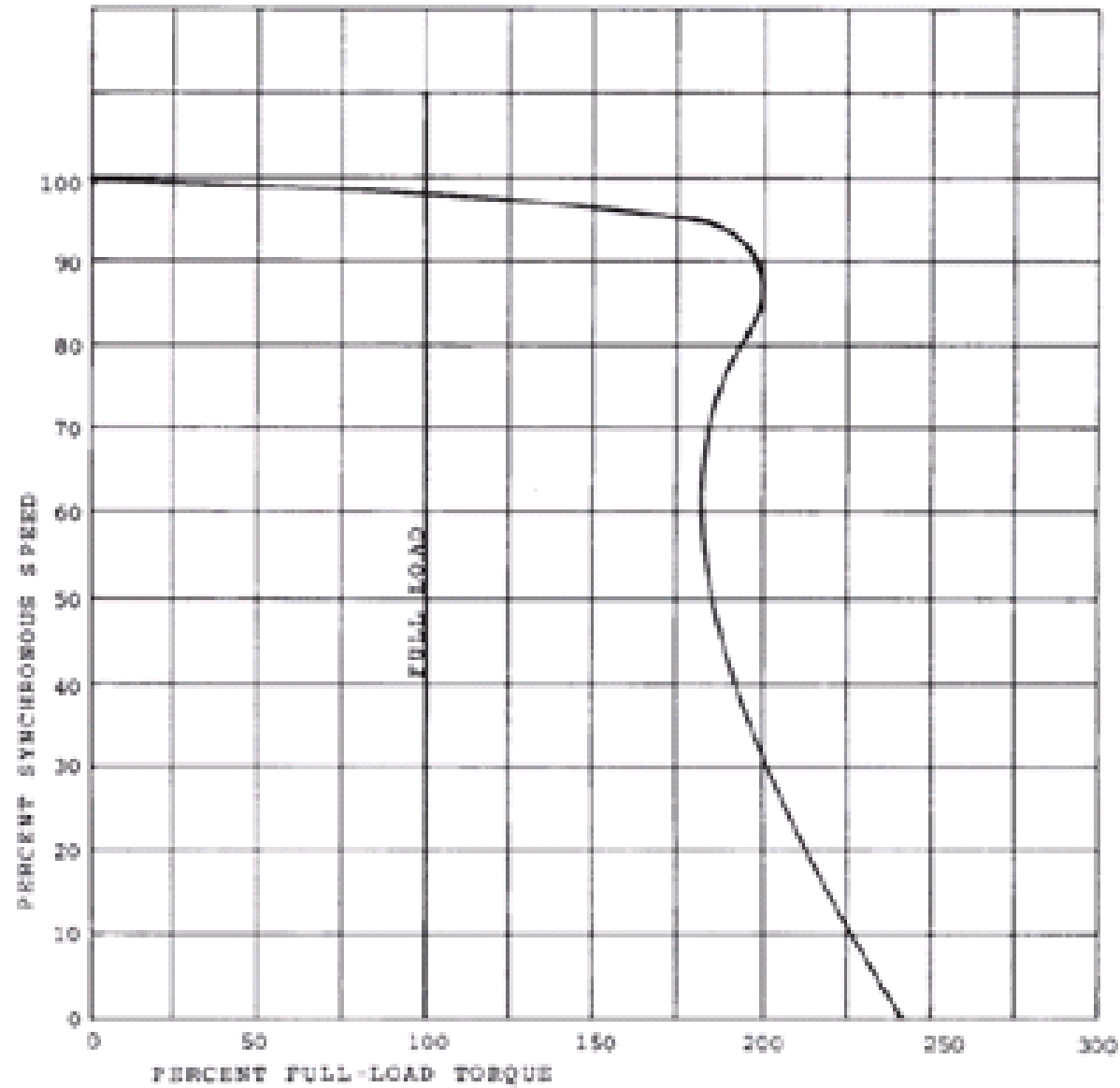


FIGURE 1.4 NEMA design C motor speed-torque curve.

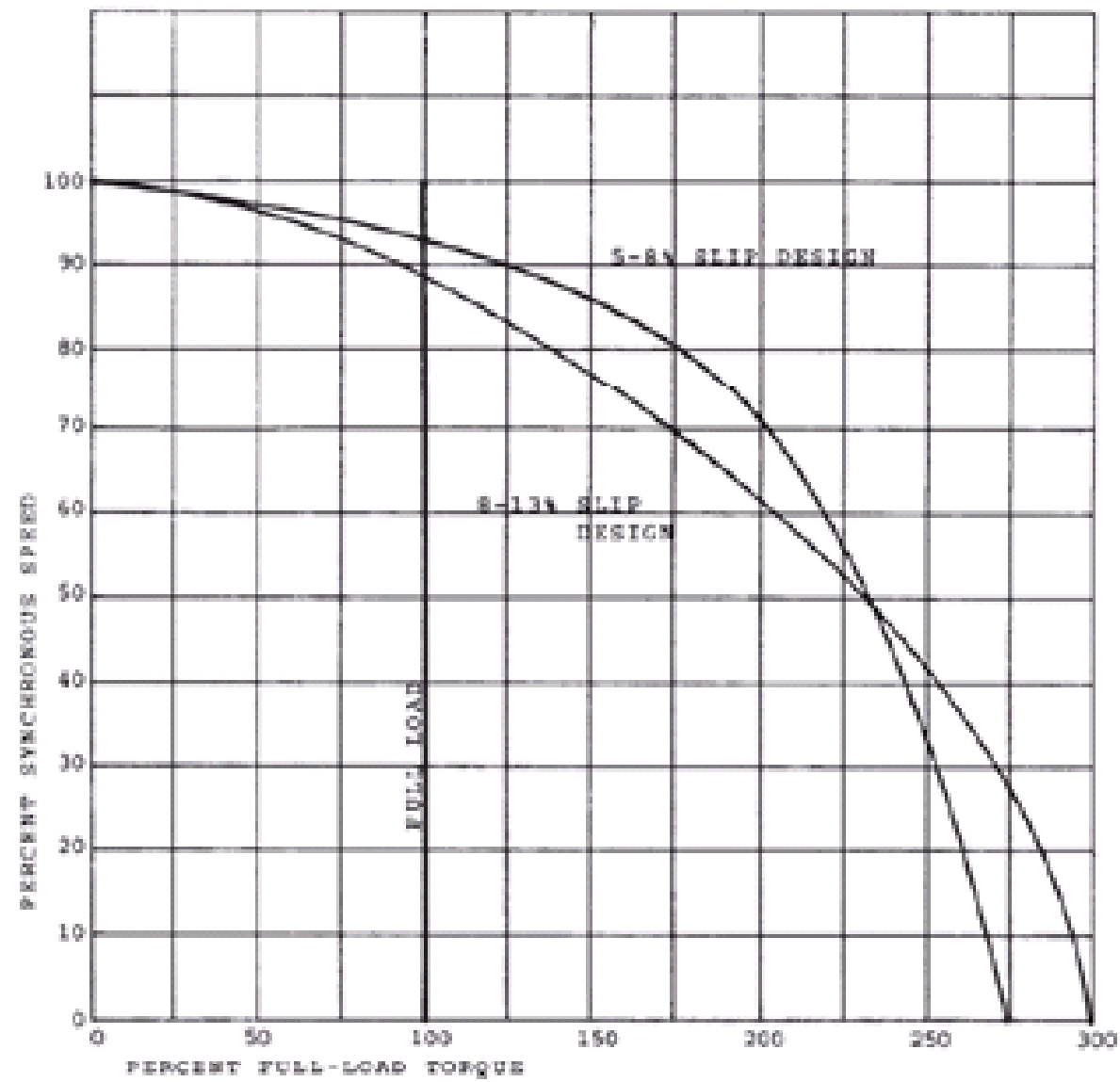


FIGURE 1.5 NEMA design D motor speed-torque curves: 5-8% and 8-13% slip.

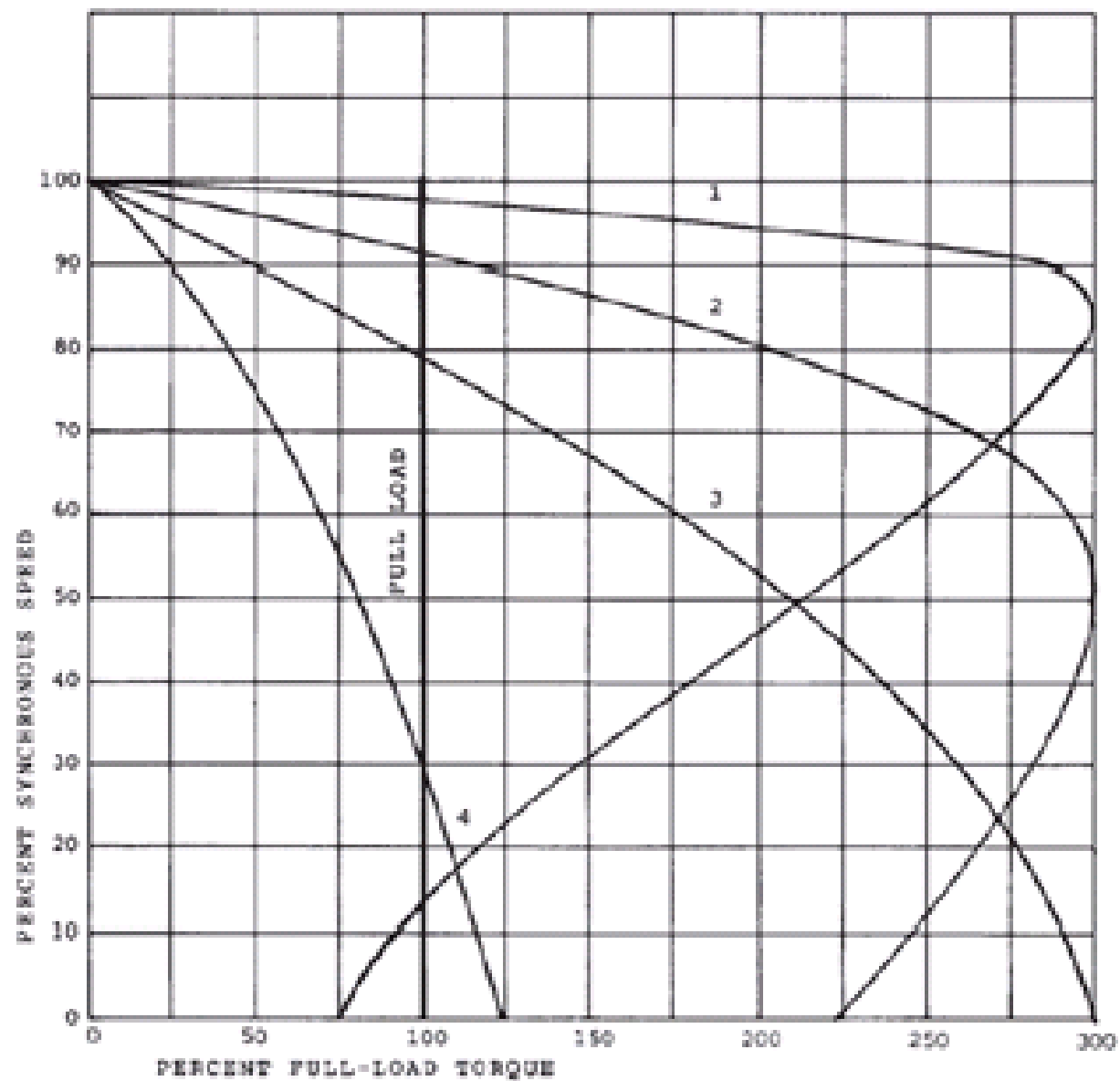


FIGURE 1.6 Wound-rotor motor speed-torque curves: 1, rotor short-circuited; 2–4, increasing values of external resistance.



MAQUINAS ELECTRICAS

Motores de Baja y Media Tensión

El diseño del aislamiento de los Motores es de varios tipos que permiten distintas temperaturas de operación. Según normas NEMA

Clase de Aislamiento	Condiciones de Servicio Severas Factor de Servicio = 1.0	Condiciones de Servicio Normales Factor de Servicio = 1.15
A	60	70
B	80	90
F	105	115
H	125	135

En el Proyecto Toromocho se tiene Condiciones de Servicio Normales (Factor de Servicio = 1.15). Para el Aislamiento se ha considerado usar Clase F, pero operando con las temperaturas del tipo B. Esto representa un margen de seguridad.



MAQUINAS ELECTRICAS

Motores de Baja y Media Tensión

Eficiencia de los Motores

Según la norma IEC 60034-30 (2008) se define tres niveles de eficiencia energética para los motores, las cuales son:

Designación	Denominación	Referencia
IE3	Premium Efficiency	NEMA Premium
IE2	High Efficiency	EPAAct – Eff1
IE1	Standard Efficiency	Eff2

La eficiencia de los motores antiguos con niveles menores a Standard Efficiency ha sido totalmente descartada. El nivel de eficiencia NEMA Premium, su fabricación y uso aun no están totalmente difundidos, pero se viene implementando paulatinamente en todo el mundo. En el Proyecto Toromocho se ha definido la utilización de Motores High Efficiency.



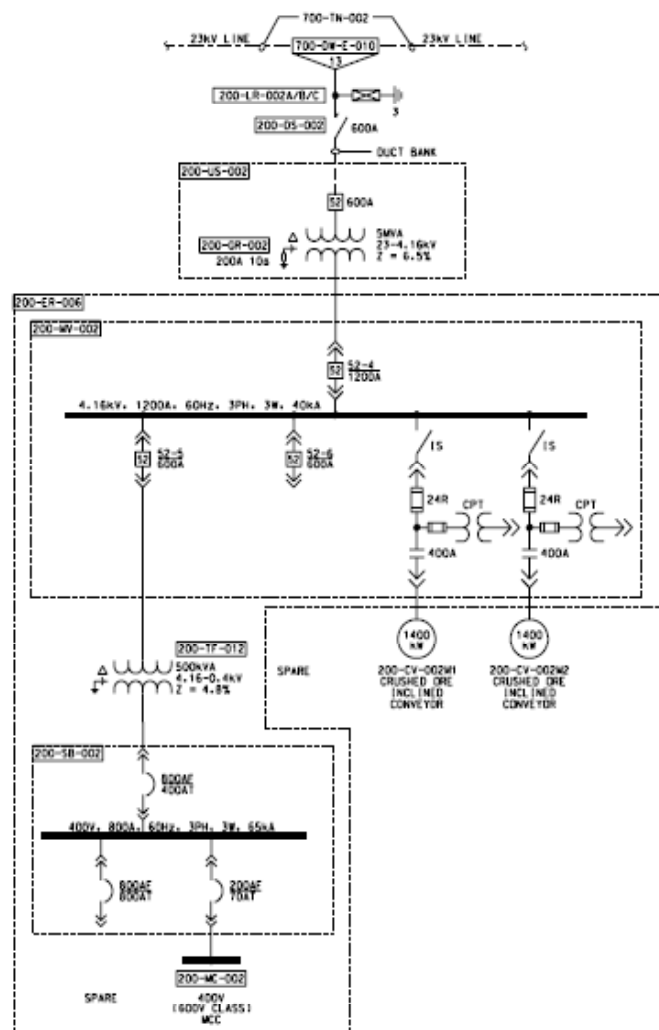
MAQUINAS ELECTRICAS

Motores de Baja y Media Tensión
Aplicaciones más importantes

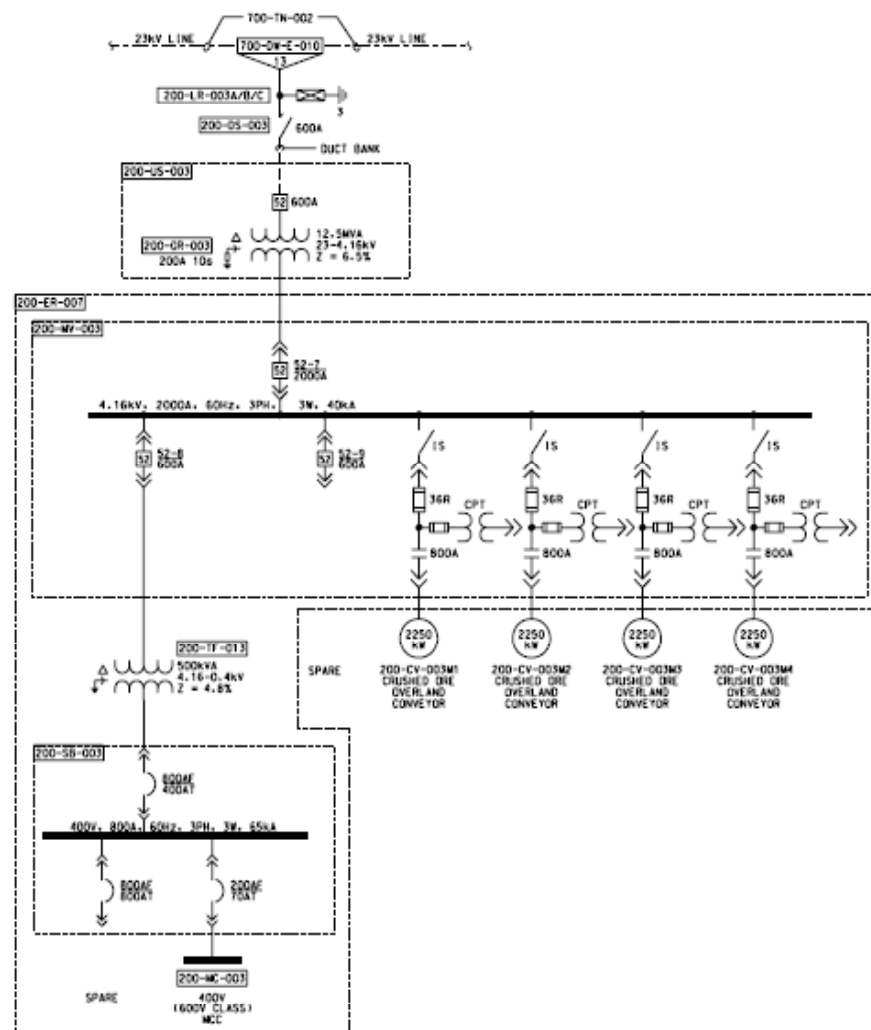
CHANCADORA PRIMARIA

MOTORES DE FAJA TRANSPORTADORA

BOMBAS DE RELAVES



OVERLAND CONVEYOR TRANSFER STATION #2



OVERLAND CONVEYOR DRIVE STATION

NOTE:

1. THE DESIGN SHOWN IN THIS DRAWING IS A GENERAL GUIDANCE FOR DEVELOPMENT OF THE DETAILED ENGINEERING DESIGN.

FOR REFERENCE ONLY

AKER KVERNER

REFERENCES				REVISIONS				REVISIONS				REVISIONS			
200-00-00-001	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-002	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-003	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-004	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-005	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-006	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-007	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-008	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-009	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200-00-00-010	1.0000	2000	01/10/00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

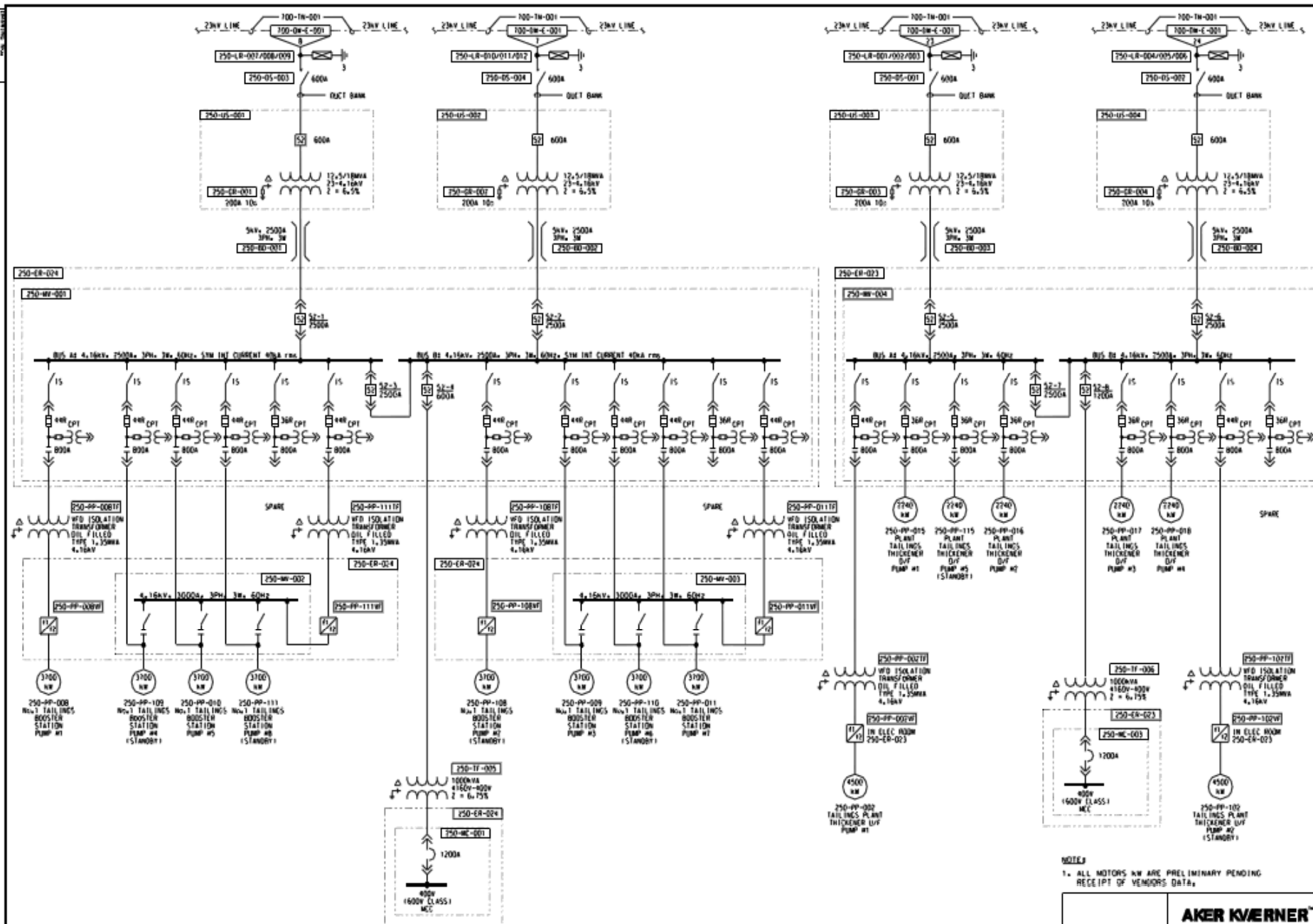


AKER KVERNER

TOROMOCHO BASIC ENGINEERING

PRIMARY CRUSHING & CONVEYING-CONCENTRATOR
OVERLAND CONVEYOR
TRANSFER STATION #2 AND
TRANSFER STATION #3

2000000111-0001
2000000111-0001



NOTES

1. ALL MOTORS kW ARE PRELIMINARY PENDING RECEIPT OF VENDORS DATA.

AKER KVERNER™

TOROMOCHO BASIC ENGINEERING

TALLINE NANO LINE & QUOTAS

NO. 1 TAILINGS
BOOSTER STATION
SINGLE LINE DIAGRAM

Part No.	250-0W-E-0	/
Part No.	250-0W-E-0	



MINERA PERU COPPER S.A.

REFERENCES			REVISIONS				
DATE	BY	REVISION	NO.	DATE	REVISION	BY	CHK
2008-01-02	100	Initial design & drawing	1	2008-01-02	100	100	100
		1. Initial design & drawing	1	2008-01-02	100	100	100
		2. Initial design & drawing	2	2008-01-02	100	100	100
		3. Initial design & drawing	3	2008-01-02	100	100	100
		4. Initial design & drawing	4	2008-01-02	100	100	100
		5. Initial design & drawing	5	2008-01-02	100	100	100
		6. Initial design & drawing	6	2008-01-02	100	100	100
		7. Initial design & drawing	7	2008-01-02	100	100	100
		8. Initial design & drawing	8	2008-01-02	100	100	100
		9. Initial design & drawing	9	2008-01-02	100	100	100
		10. Initial design & drawing	10	2008-01-02	100	100	100

REVISIONS					DATE		BY	
DESCRIPTION	NO.	DATE	BY	DATE	BY	DATE	BY	
1. Addendum 1 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	1	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
2. Addendum 2 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	2	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
3. Addendum 3 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	3	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
4. Addendum 4 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	4	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
5. Addendum 5 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	5	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
6. Addendum 6 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	6	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
7. Addendum 7 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	7	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
8. Addendum 8 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	8	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
9. Addendum 9 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	9	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	
10. Addendum 10 to the contract documents shall be incorporated into the contract documents.	10	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	10/1/01	ABC	

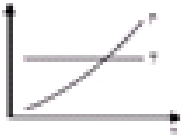

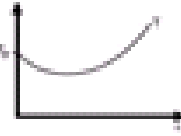
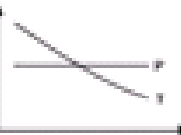

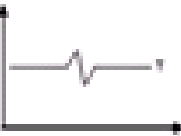
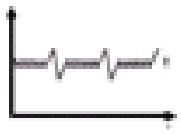
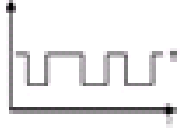


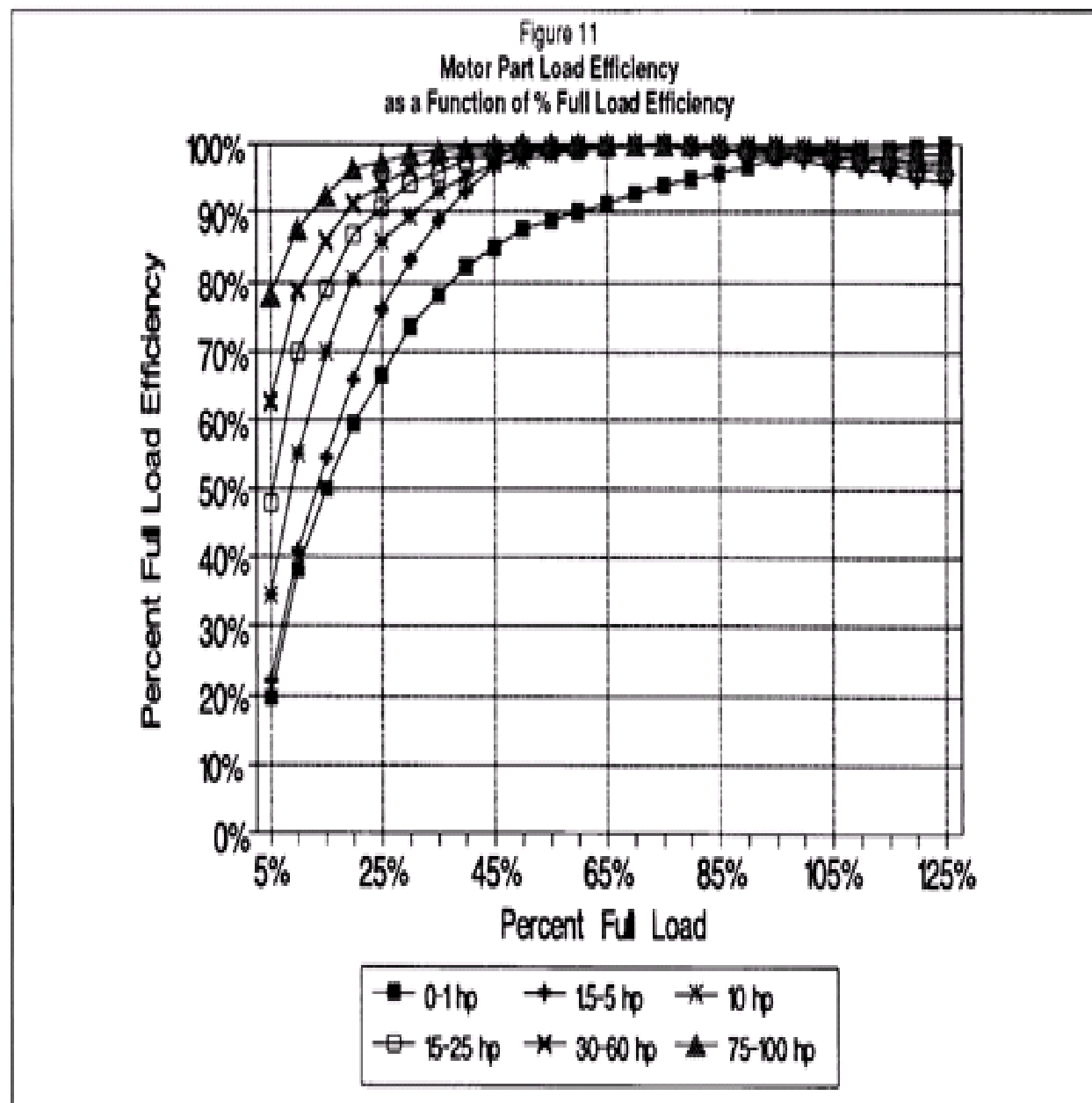
ELECTRONICA DE POTENCIA

En el Proyecto Toromocho las cargas mecánicas conectadas a los motores son de diversa naturaleza y en general tienen una característica variable.

La característica variable conduce a una operación de los motores con una eficiencia reducida.

Para mejorar la operación de los motores se requiere un elemento de acoplamiento.

Machine Load	Characteristic Curve	Formulae
Conveyors screw Conveyors Pos. displ. pumps Compressors Ball mills		$T = k \text{ (Constant)}$ $P = k \cdot n \cdot T$
Centrifugal pumps Centrifugal fans		$T = k \times n^2$ $P = k \times n^3$
Extruders Slurry pumps		$T_b = \text{Breakaway}$
Winders Lathes		$P = k$ $T = \frac{k \cdot P}{n}$
Reciprocating Machines		
Presses		
Crushers Mills Wood chippers		
Cranes Sawmills Presses		



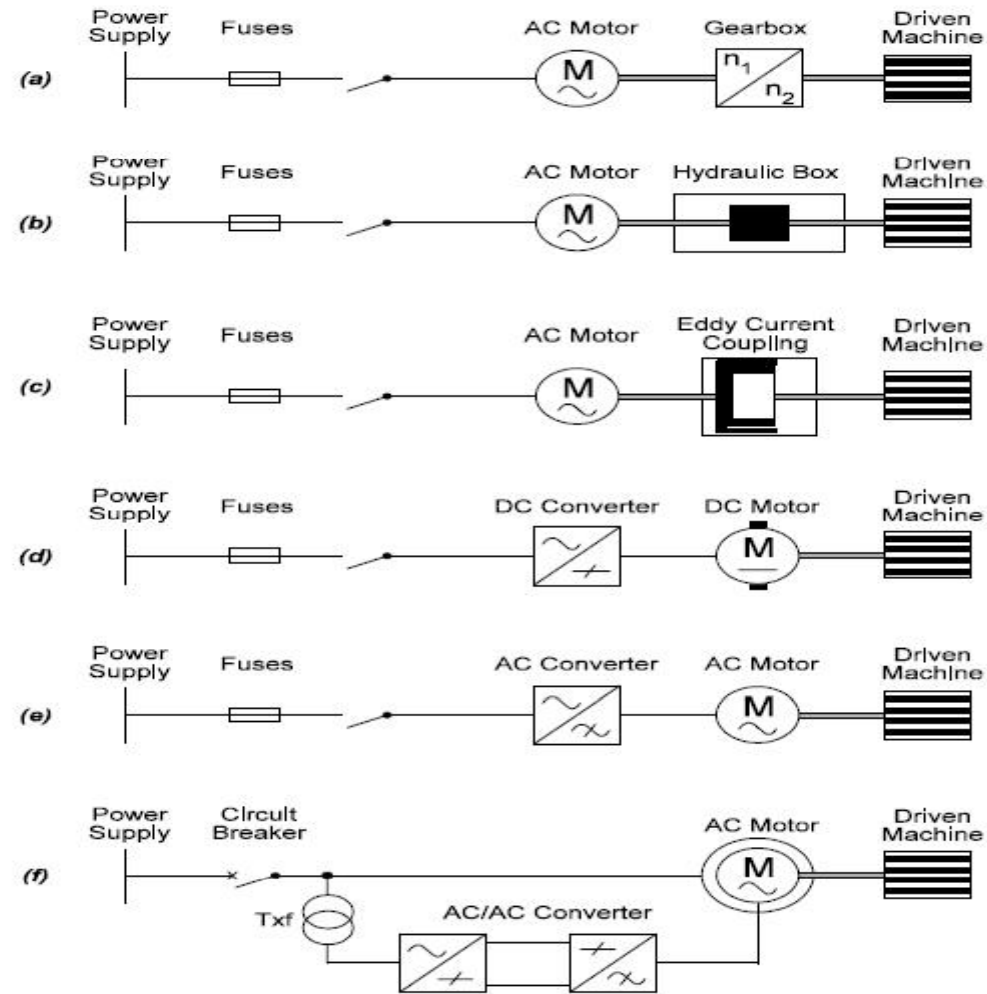


Figure 1.7:
Main types of variable speed drive for industrial applications

(a) Typical mechanical VSD with an AC motor as the prime mover;

(b) Typical hydraulic VSD with an AC motor as the prime mover;

(c) Typical electromagnetic coupling or Eddy Current coupling;

(d) Typical electrical VSD with a DC motor and DC voltage converter;

(e) Typical electrical VSD with an AC motor and AC frequency converter;

(f) Typical slip energy recovery system or static Kramer system;



ELECTRONICA DE POTENCIA

El acoplamiento mediante Conversores AC/AC permite efectuar una variación de tensión y frecuencia. De esta manera se puede llevar la operación del motor a su máxima eficiencia. Este ahorro energético justifica el costo de los Conversores AC/AC.

Torque



Supply Voltage Levels

V_5

V_4

V_3

V_2

V_1

Motor Torque Curves

Load Torque

s_1

s_2

s_3

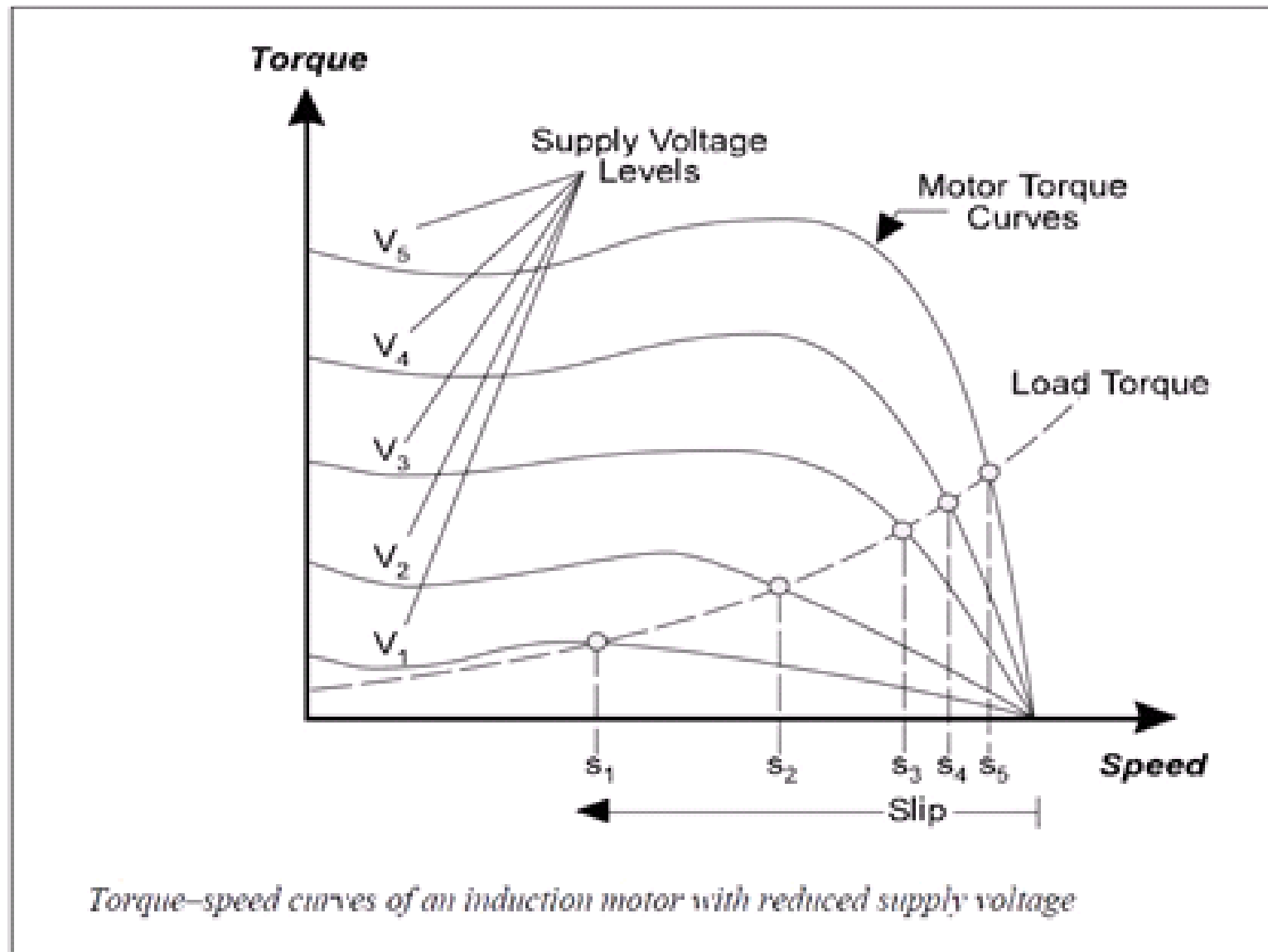
s_4

s_5

Speed

Slip

Torque-speed curves of an induction motor with reduced supply voltage



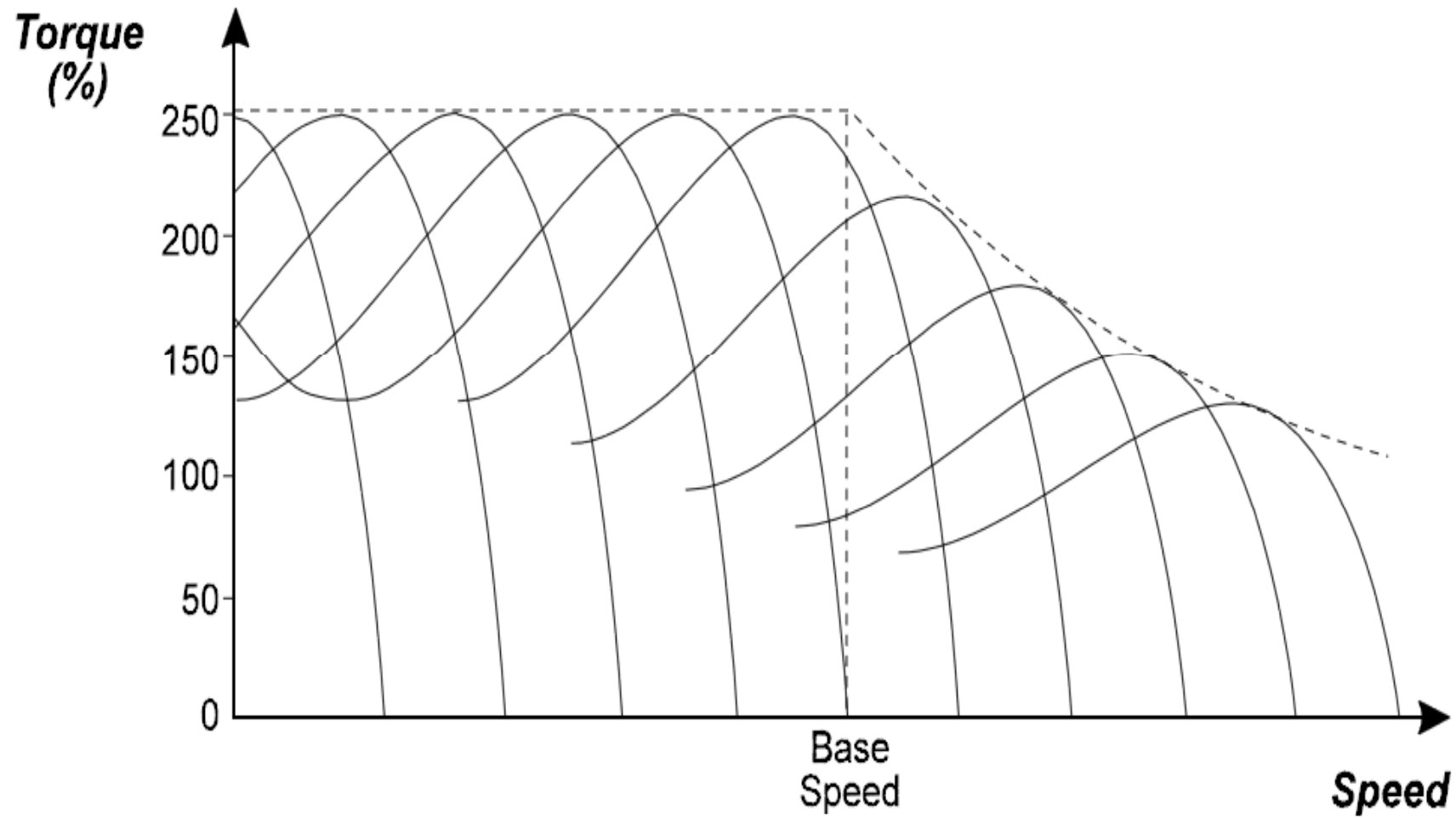


Figure 1.18:
Locus of the motor torque-speed curves at various frequencies

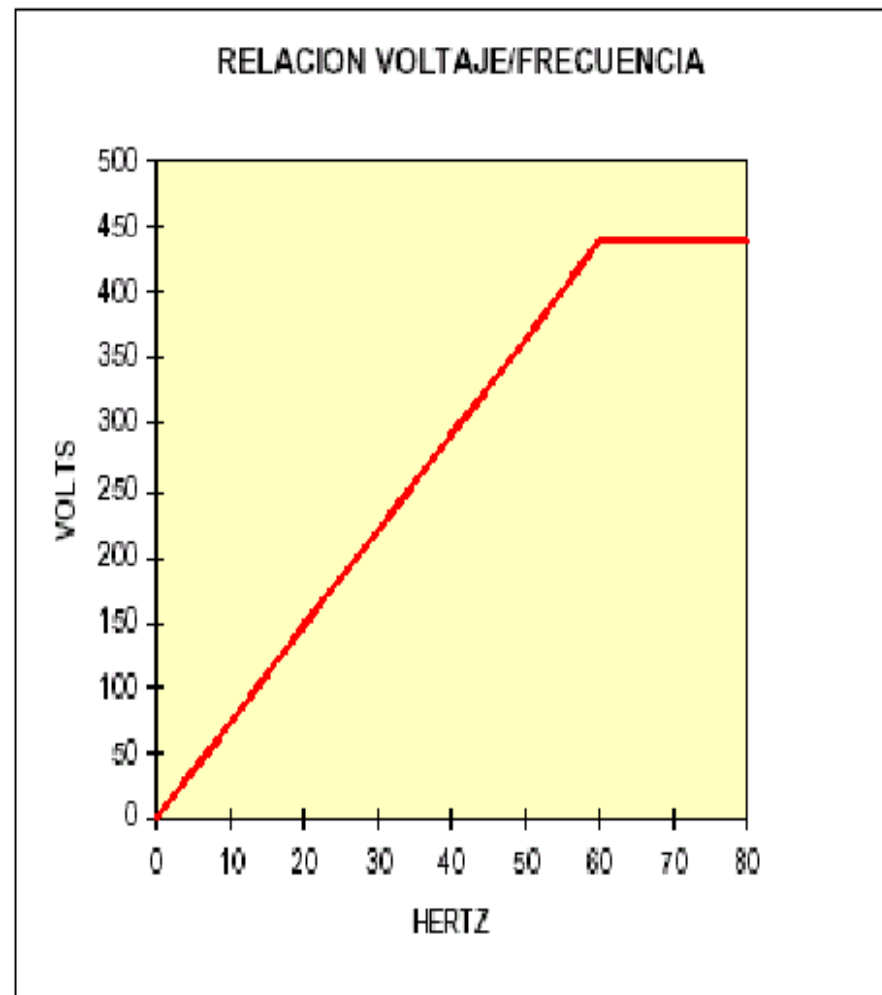


ELECTRONICA DE POTENCIA

Variadores de Frecuencia (VFD)

Los VFD controlan los motores efectuando una variación de frecuencia y tensión, manteniendo la relación Voltios/Hertzios (que es el Flujo Magnético) dentro de su valor nominal.

Voltaje	Frecuencia	Volts / Hz
460	60	7.6
230	60	3.8





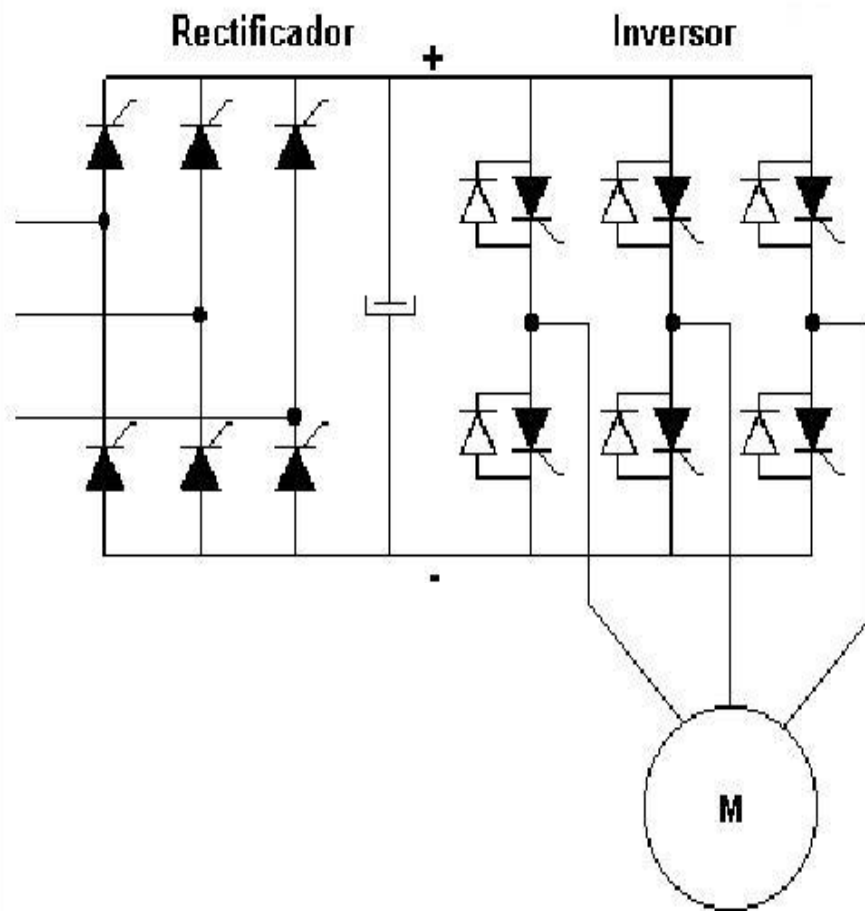
ELECTRONICA DE POTENCIA

Variadores de Frecuencia (VFD)

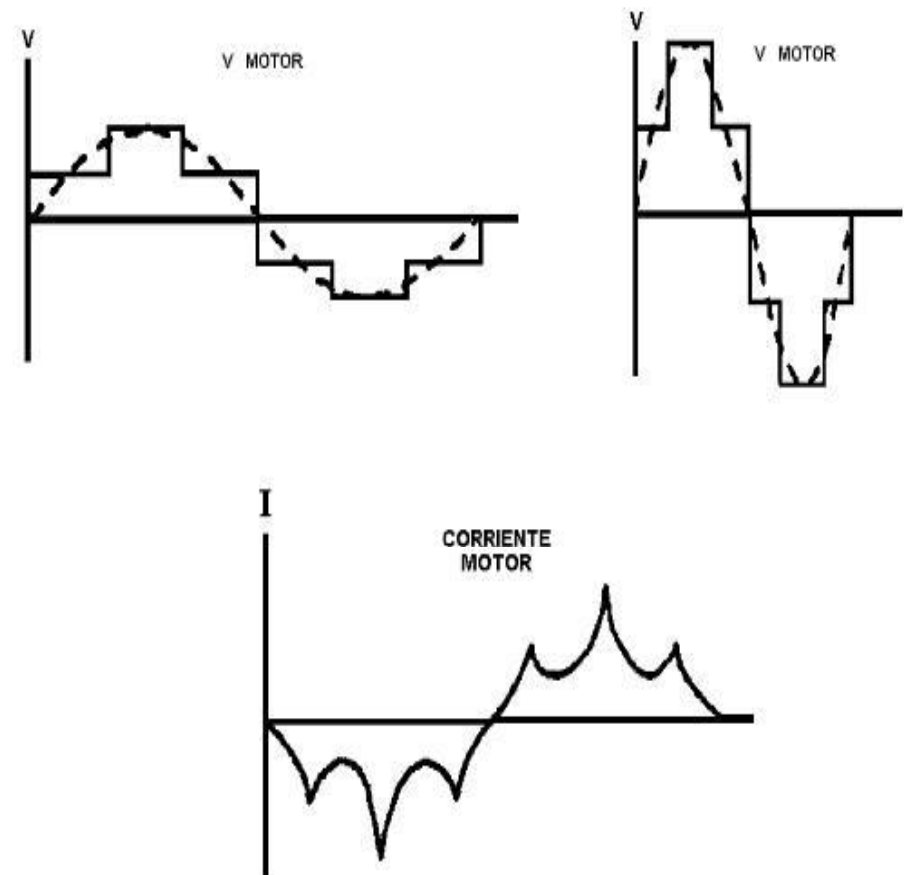
El circuito es un bloque Rectificador – Inversor.

La función del Rectificador es convertir la señal de la tensión de alimentación de CA a CC, controlando la tensión de entrada al Inversor para mantener constante la relación Volts/Hz.

El Inversor utiliza elementos de estado sólido que son controlados por microprocesador para conmutar el voltaje de CC y producir una señal de CA de frecuencia ajustable que alimenta al motor.



Circuito simplificado



Formas de onda de Voltaje de Alimentación a Motor y Corriente



ELECTRONICA DE POTENCIA

Variadores de Frecuencia (VFD)

Datos Técnicos de VFD de Baja Tensión

Ítem	Descripción	Valor
1	Tensión Nominal Trifásica (V)	400-231
2	Frecuencia Nominal (Hz)	60
3	Nivel de Aislamiento a 60 Hz (kV)	2
4	Nivel de Aislamiento al Impulso (BIL) (kVp)	30
5	Capacidad de Cortocircuito (kA)	65
6	Tensión Auxiliar de Control	120
7	Tensión de Salida (V)	0 – 400
8	Frecuencia de Salida (Hz)	0 – 70
9	Característica del Control (Torque)	NEMA B
10	Aceleración/Desaceleración ajustable (s)	1 - 60
11	Capacidad de Sobrecarga con Torque constante	150%



ELECTRONICA DE POTENCIA

Variadores de Frecuencia (VFD)

Datos Técnicos de VFD de Media Tensión

Ítem	Descripción	Valor
1	Tensión Nominal Trifásica (V)	4000
2	Frecuencia Nominal (Hz)	60
3	Nivel de Aislamiento a 60 Hz (kV)	7.2
4	Nivel de Aislamiento al Impulso (BIL) (kVp)	95
5	Capacidad de Cortocircuito (kA)	40
6	Tensión Auxiliar de Control	120
7	Tensión de Salida (V)	0 – 4160
8	Frecuencia de Salida (Hz)	0 – 70
9	Característica del Control (Torque)	NEMA B
10	Aceleración/Desaceleración ajustable (s)	2 – 60
11	Capacidad de Sobrecarga con Torque constante	110%

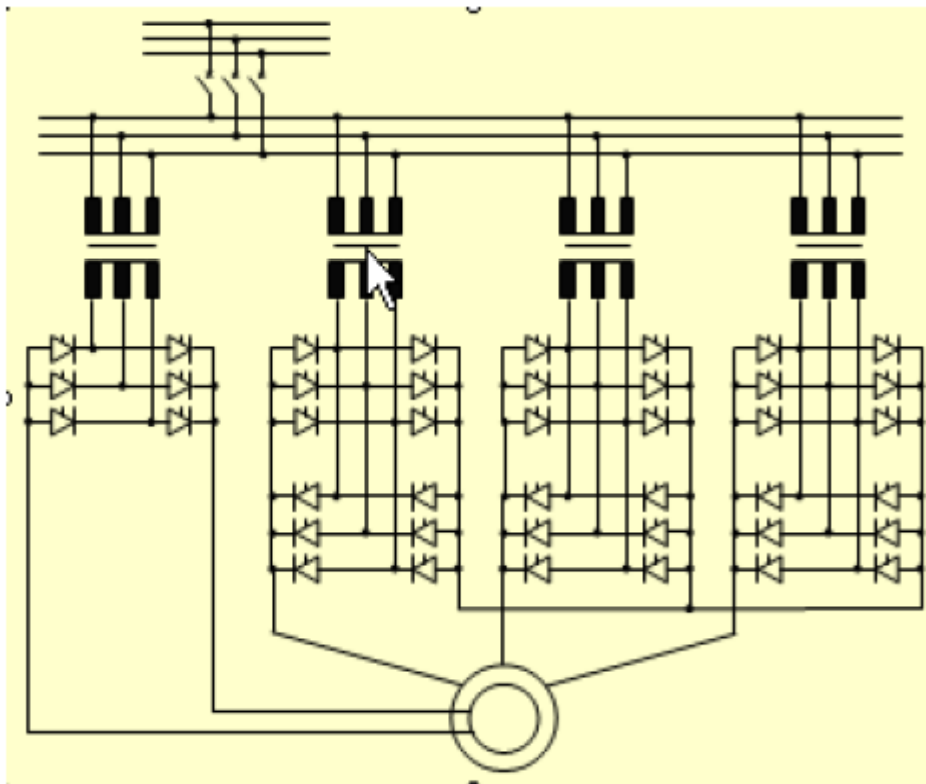


ELECTRONICA DE POTENCIA

Ciclo-convertidores para los Molinos

En el Proyecto Toromocho el Ciclo-convertidor del Molino SAG opera con 18 pulsos. En cambio, los Ciclo-convertidores de los Molinos de Bolas operan con 12 pulsos.

Cicloconvertidor de 6 pulsos – Diagrama Unifilar y Características

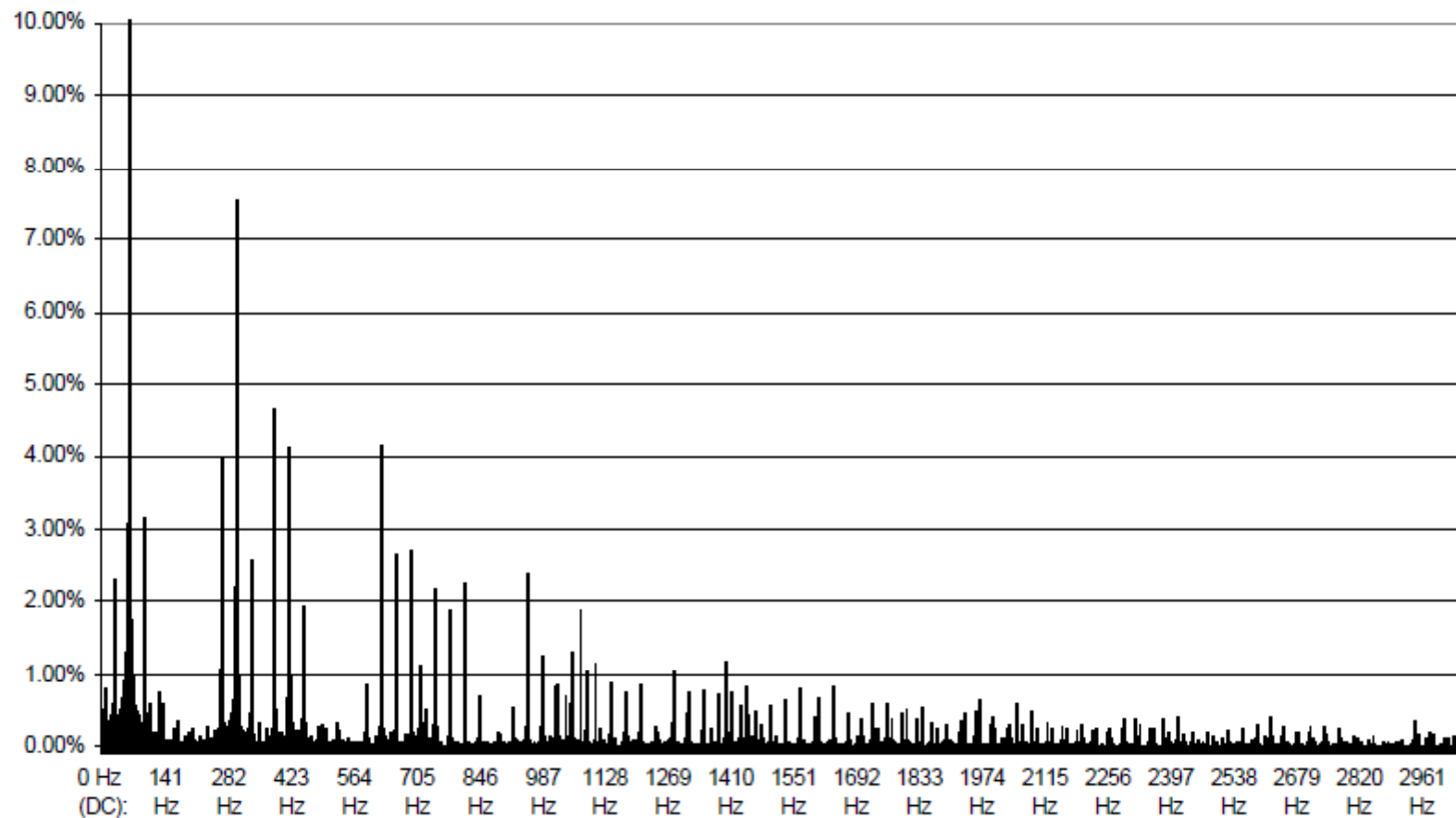


- Diseño convencional para todos los GMD por debajo de 8 MW
- Un transformador con un bobinado secundario por fase.
- Cicloconvertidor con un solo puente en anti-paralelo
- Cicloconvertidor contiene 36 tiristores.

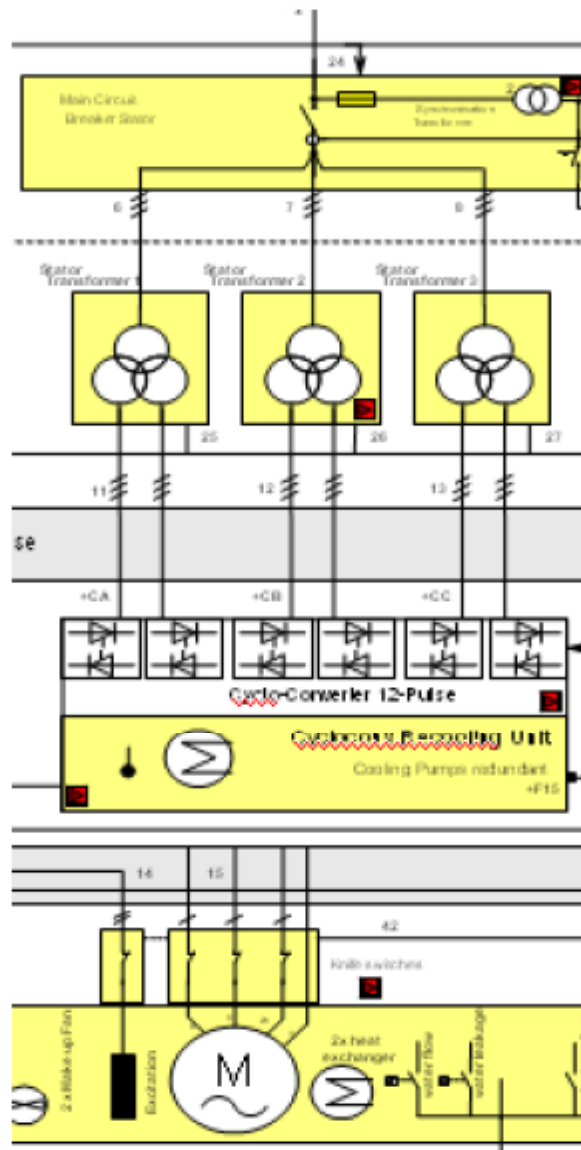
Comparación de Cicloconvertidor de 6 pulsos - Armónicos

6 pulse CC

$f = f_N = 5.538 \text{ Hz}$ $n_N 9.23 \text{ rpm}$



Cicloconvertidor de 12 pulsos – Diagrama Unifilar y Características

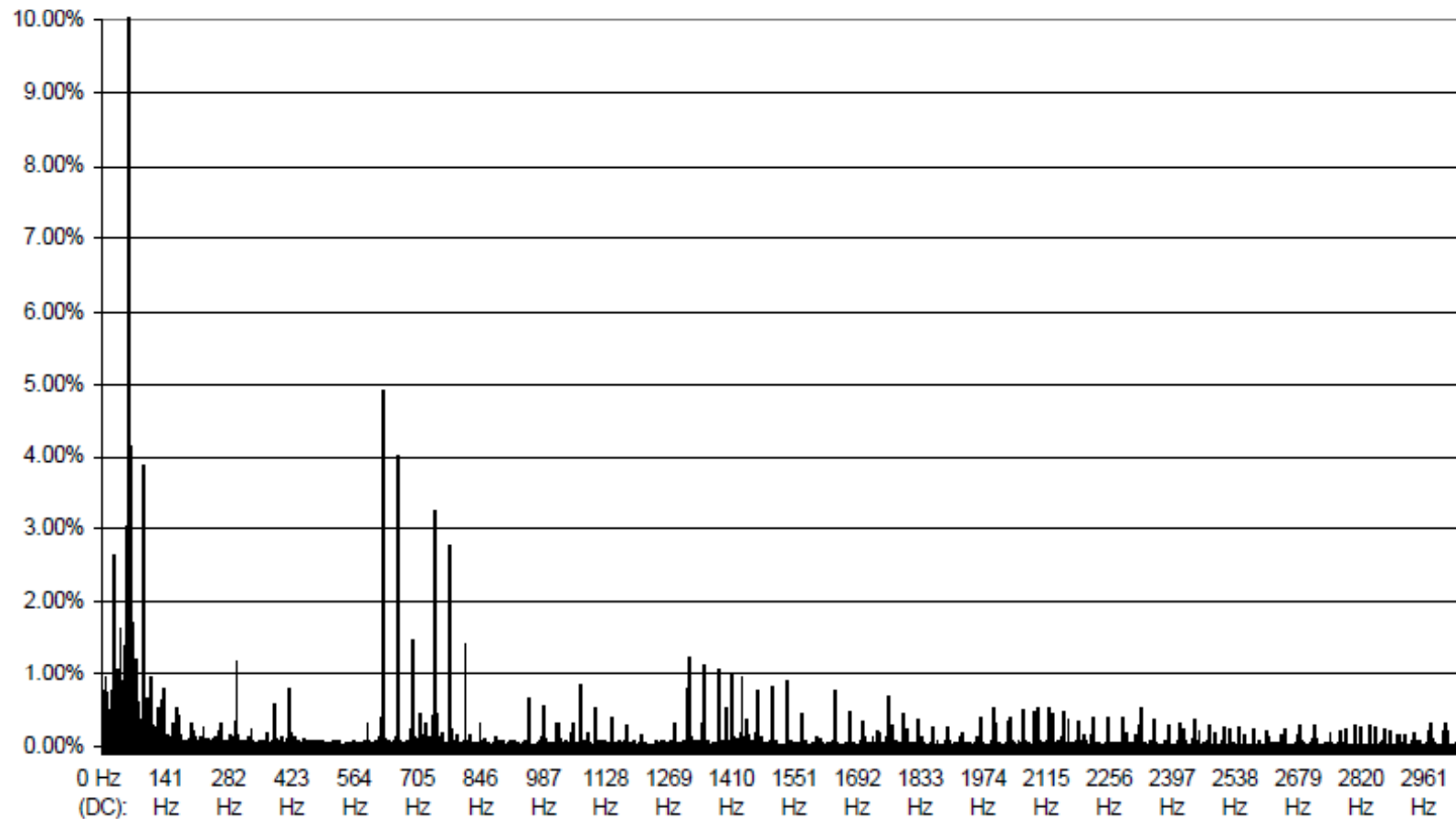


- Diseño convencional para todos los GMD superiores a 8 MW
- 3 Transformadores de cicloconvertidor
- Cada transformador con dos bobinados secundarios
- Cada fase del motor consta de 2 tiristores conectados en serie
- Cicloconvertidor contiene 72 tiristores

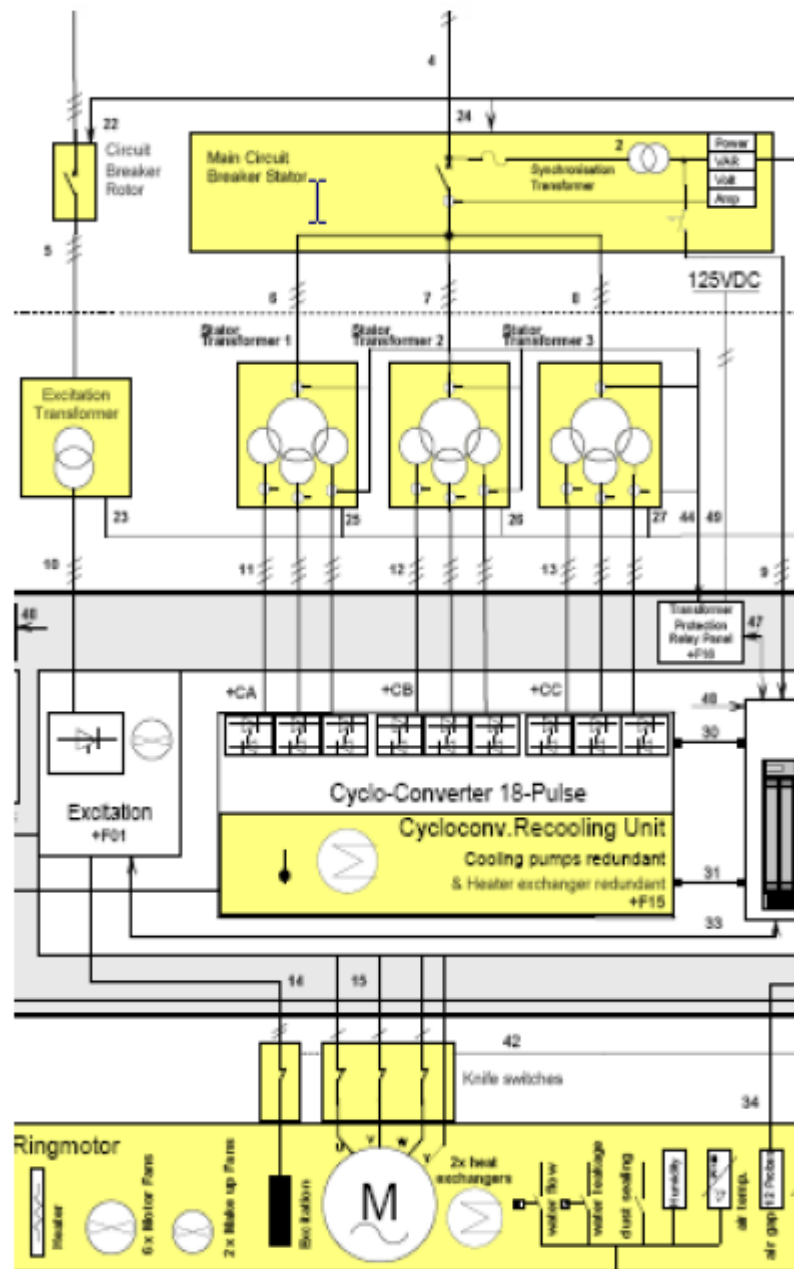
Comparación de Cicloconvertidor de 12 pulsos - Armónicos

12 pulse CC

$f = f_N = 5.538 \text{ Hz}$ $n_N 9.23 \text{ rpm}$



Cicloconvertidor de 18 pulsos – Diagrama Unifilar y Características



La misma....

Disposición básica y número de transformadores de cicloconvertidor

Nuevo

Transformadores de cicloconvertidor tienen 3 bobinados secundarios

Cada fase del motor consta de 3 tiristores conectados en serie en lugar de dos

El cicloconvertidor contiene 108 tiristores

Se logra

Mayor potencia de motor

Mayor nivel de tensión de motor

Menor contenido de armónicos hacia la red

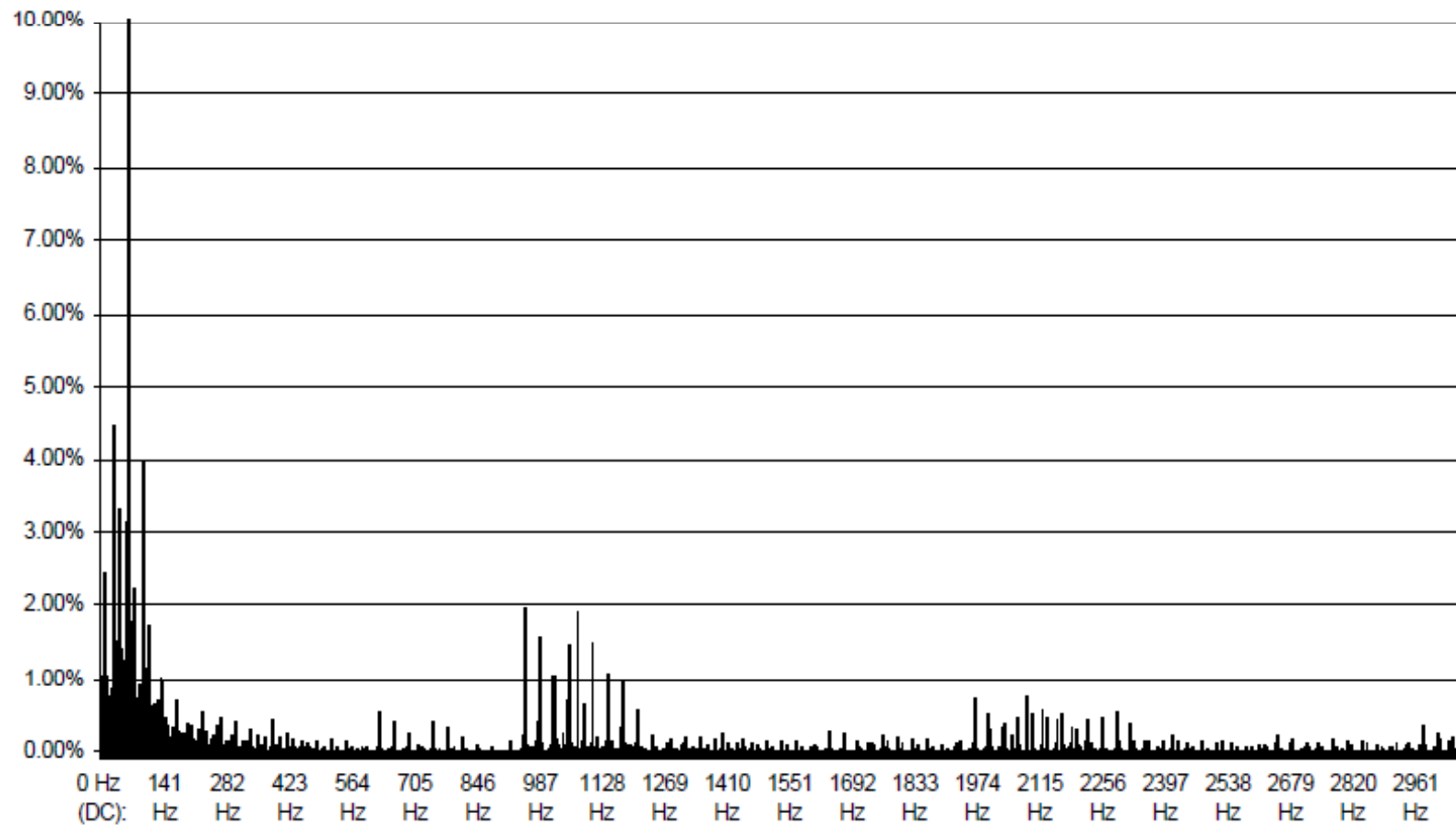
Menor rizado de tensión en el motor



Comparación de Cicloconvertidor de 18 pulsos - Armónicos

18 pulse CC

$f = f_N = 5.538 \text{ Hz}$ $n_N 9.23 \text{ rpm}$





ELECTRONICA DE POTENCIA

Banco de Capacitores Filtro

Para corregir el Factor de Potencia se prevé la instalación de siete Bancos de Capacitores con una potencia total de 100 MVar.

Estos Capacitores serán también utilizados como Filtros en Derivación (Shunt) para absorber las armónicas generadas por los Ciclo-convertidores, así como en los demás componentes de la Planta Toromocho.

En cada filtro de armónica se requiere una L y una C. El valor de C está determinado por el requerimiento de compensación reactiva, por lo que el diseño de los filtros define el valor de L .

En cada Banco de Capacitores Filtro se tiene una serie de conjuntos L-C, cada uno de los cuales está sintonizados para absorber la armónica para la que ha sido diseñada.



ELECTRONICA DE POTENCIA

Banco de Capacitores Filtro





CONTROL, PROTECCION Y AUTOMATIZACION

Sistema de Control y Protección de la Subestación Toromocho

El sistema de control estará basado en el Protocolo IEC 61850 con una arquitectura distribuida y jerarquizada con los siguientes niveles:

Nivel Subestación

Dos Unidades de Control Central, siendo una de ellas de aplicación remota

Nivel de Bahía

Unidades de Control de Bahía, Relés de Protección y Medidores



CONTROL, PROTECCION Y AUTOMATIZACION

Sistema de Control y Protección de la Subestación Toromocho

Cada circuito 220 kV tendrá una Unidad de Control de Bahía diseñada con microprocesador, con software de control y automatización. Cada Unidad de Bahía tendrá capacidad de registro y envío de la información a la Unidad de Control Central.

Las Unidades de Control de Bahía serán utilizadas para el control de los correspondientes Interruptores y Seccionadores asociados, incluyendo las funciones de Verificación de Sincronismo (25). Asimismo, serán utilizadas como Protección de Falla de Interruptor y operarán mediante relés de disparo y bloqueo (86BF) con reposición manual y eléctrica.

Además, se utilizará una Unidad de Control de Bahía para la supervisión los Servicios Auxiliares (CA, CC y Generador de Emergencia)



CONTROL, PROTECCION Y AUTOMATIZACION

Sistema de Control y Protección de la Subestación Toromocho

La Protección de Línea tendrá dos relés: Protección Primaria y Protección Secundaria que serán del tipo diferencial (87L) conectados al extremos remoto mediante Fibra Óptica. Además, incluirán protección de distancia (21 & 21P) para asegurar la operación en caso de pérdida de comunicación.

La Protección de Barras 220 kV será mediante un relé multifunción que incluirá las funciones diferencial (87B) y sobretensión (59). Esta protección operará mediante un relé auxiliar de disparo y bloqueo (86B) con reposición manual y eléctrica.



CONTROL, PROTECCION Y AUTOMATIZACION

Sistema de Control y Protección SE TOROMOCHO

Los Transformadores de Potencia tendrán las siguientes protecciones:

1. Los dispositivos incluidos en el equipo con dos niveles de actuación: Relé Buchholz, Alta Temperatura, Nivel de Aceite, Además, se incluirá una Válvula de Alivio de Presión
2. Un Relé multifunción con protección diferencial (87T), Puesta a Tierra (87N), Sobrecarga (49) y Sobreflujo magnetico (24).
3. Relés de Sobrecorriente en 220 kV (50/51) y 23 kV (50/51 & 50N/51N). Este ultimo estará en la Celda 23 kV.

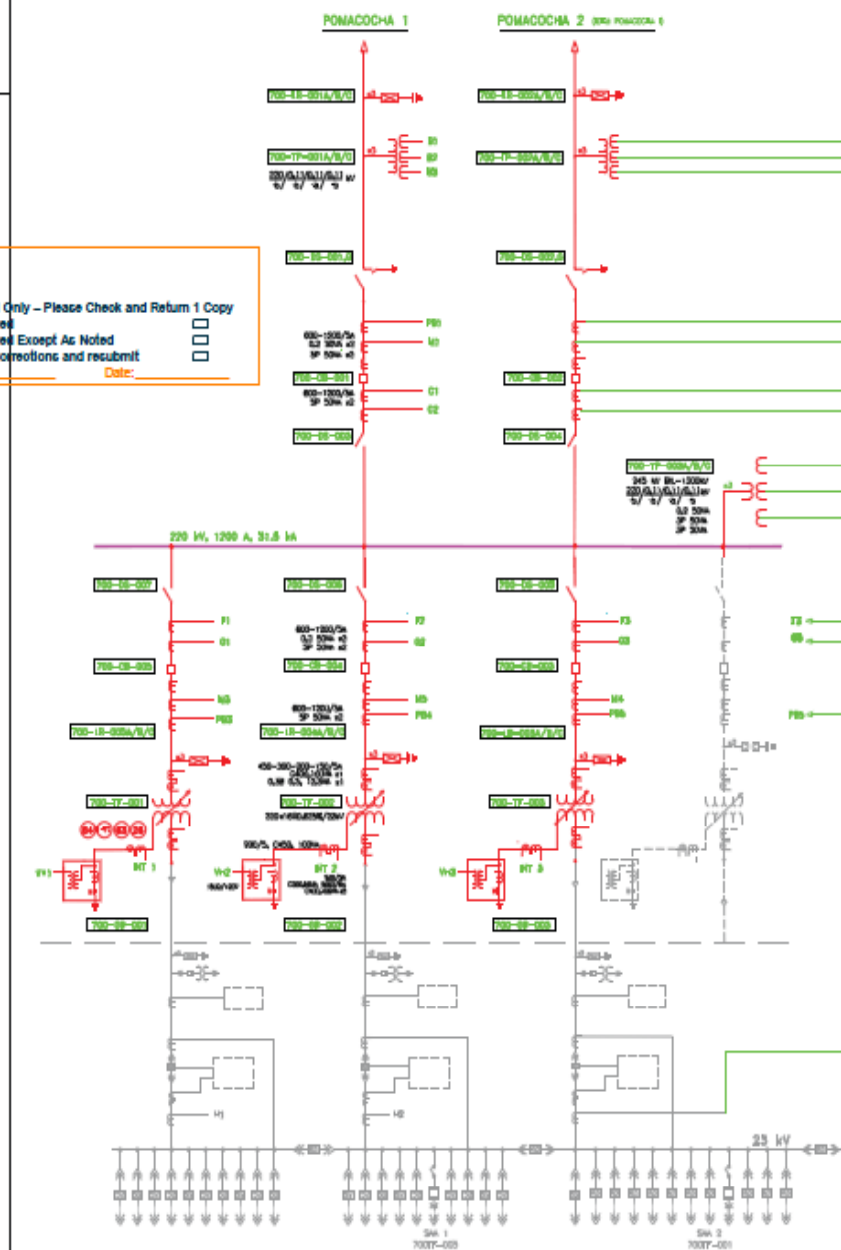


CONTROL, PROTECCION Y AUTOMATIZACION

Sistema de Control y Protección SE TOROMOCHO

La protección del Transformador operará a través de un relé de disparo y bloqueo (86T) con reposición manual y eléctrica.

Los Transformadores tendrán Regulación Automática de Tensión (90V) instalada en un panel especial. El sistema será adecuado para la operación en paralelo de los transformadores

[illegible]

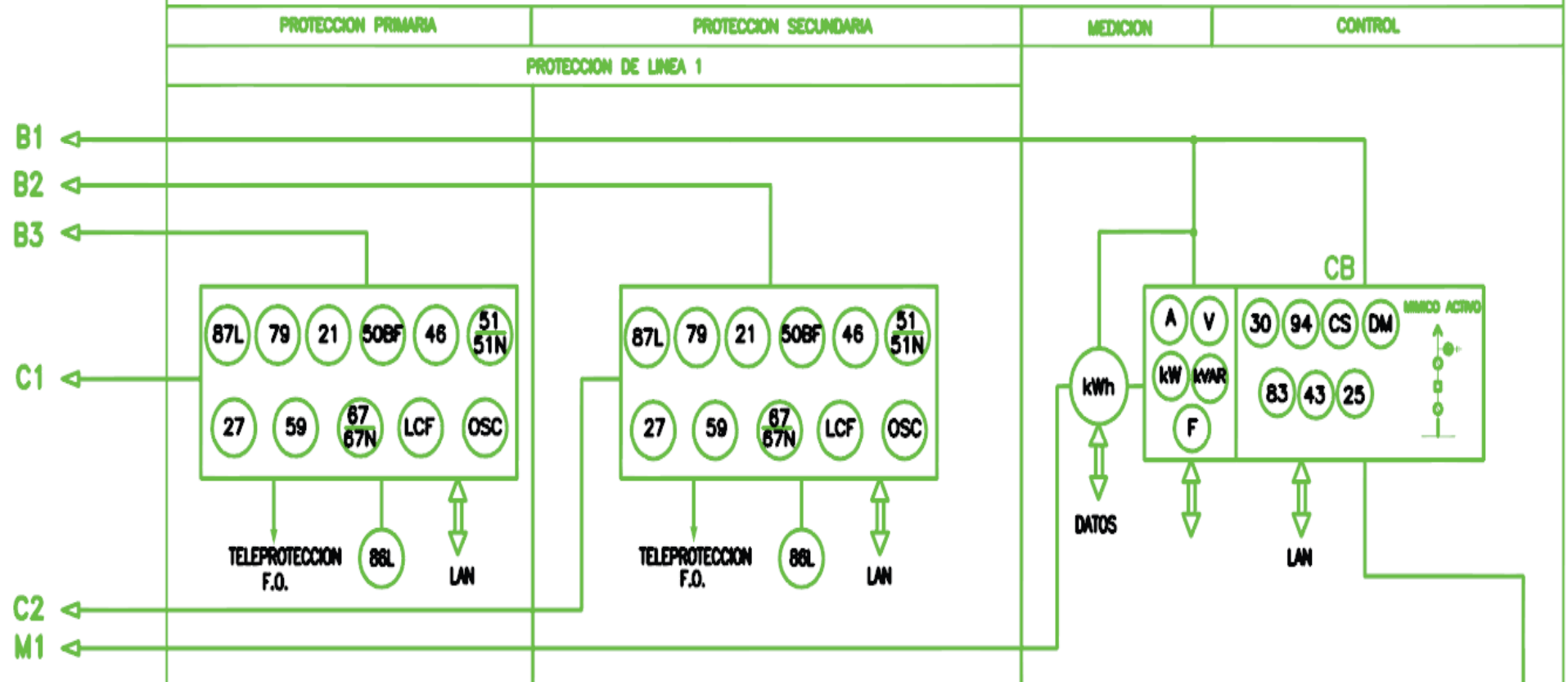
name	type	value
name	string	"John Doe"
age	int	30
email	string	"john.doe@example.com"
password	string	"1234567890"



			
PROYECTO TORMACHO			
S.E. PROYECTO TORMACHO DIAGRAMA LINEAL DE PROTECCION Y MEDICION			

TABLEROS DE CONTROL Y PROTECCION

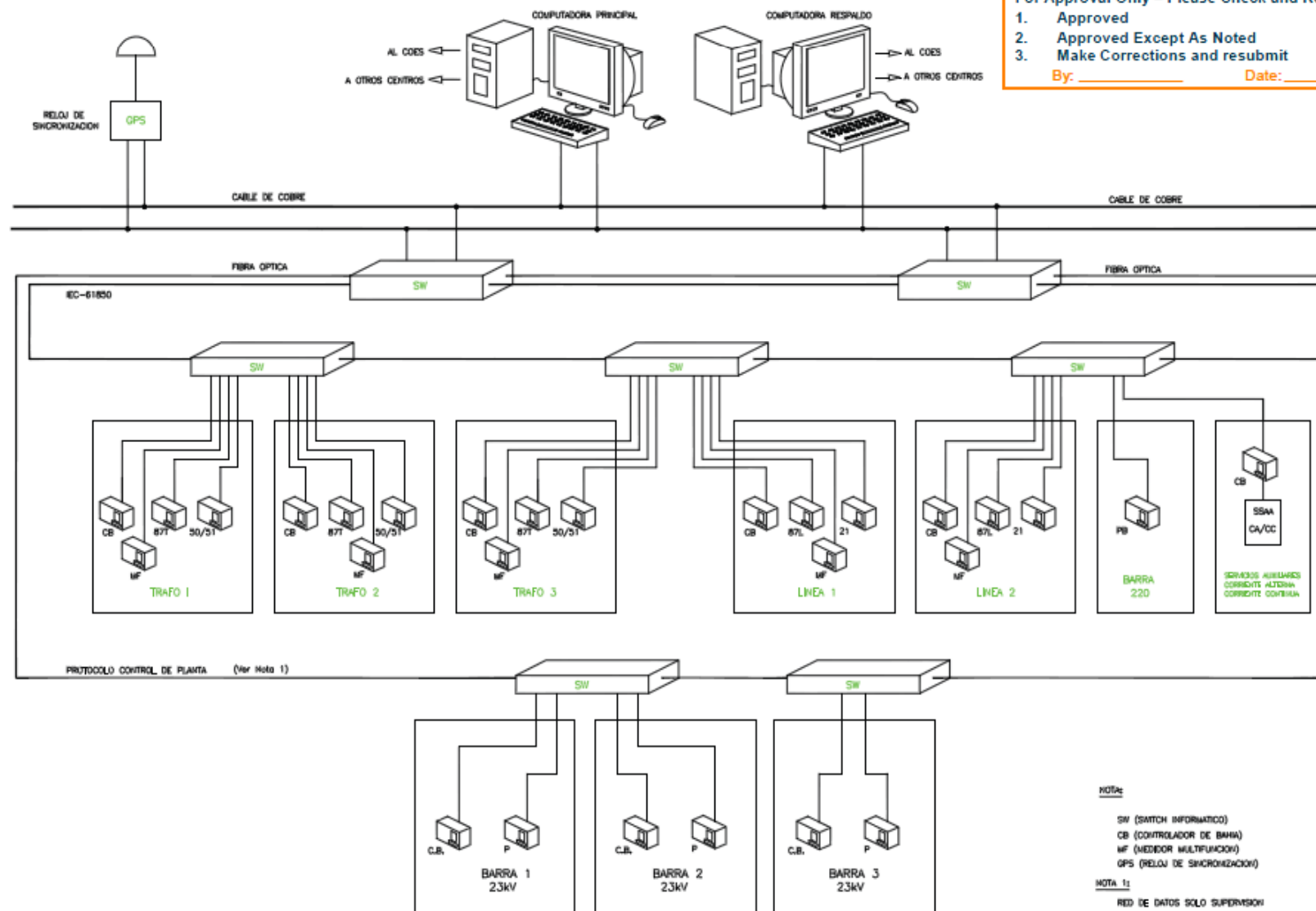
POMACCOCHA 1



For Approval Only – Please Check and Return 1 Copy

1. Approved
2. Approved Except As Noted
3. Make Corrections and resubmit

By: _____ Date: _____



NOTES

SW (SWITCH INFORMÁTICO)
CB (CONTROLADOR DE BAHIA)
MF (MEDIDOR MULTIFUNCIÓN)
GPS (RELOJ DE SINCRONIZACIÓN)

NOTA 13

RED DE DATOS SOLO SUPERVISION
NO CONTROL

[illegible]

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	水泥	42.5	m ³	100	
2	砂	中砂	m ³	200	
3	石子	5-25mm	m ³	150	
4	钢筋	HPB300	t	5	
5	模板	18mm厚	m ²	100	



WILSON JAMES W. JR.

PROYECTO THERMOCHEM

ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL DE TOROMCOCHO 220/23 kV

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

	100%
100%	100%

CHANGELING

1.1.1	1.1.1
-------	-------

76276-1



CONTROL, PROTECCION Y AUTOMATIZACION

Sistema de Control del Proceso Minero-Metalúrgico

El Sistema de Control controla los Parámetros y las Variables del Proceso para gestionar la producción de la Planta Toromocho. Este sistema controla todas las instalaciones del Proceso Minero – Metalúrgico. Para ello se instalará Sensores de Flujos, Niveles, Presiones, Temperaturas. Asimismo, se controlará el estatus de las Válvulas de Flujos, de los Interruptores Eléctricos, etc.

El control de los parámetros y variables eléctricos no forma parte de objetivo. Para ello se cuenta con el Sistema de Control y Protección de la Subestación Toromocho, el cual abarcará también las principales instalaciones del sistema de distribución eléctrica.



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION